MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO CROMO

Relatório Final

CPRM

CONVÊNIO DNPM — CPRM

VOLUME I

1972

PHL
007636
2006

SUREMI
SEDOTE
CPR.I I.96
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório nº 147-S
Nº de Vol mas: 4 Vol 1
OSTENSIVO

C.P.R.M.

José Carlos V. Gonçalves (CPRM)

Jairo Fernandes C. Moreira (CPRM)

David C. Hedlund (USGS)

geofísica por

Paulo Eduardo Lima (CPRM)

geoquímica por

Carlos A. Queiroz (CPRM)

além dos autores, no desenvolvimento das diversas etapas do PROJETO CROMO, foram co-participantes os seguintes geólogos da CPRM:

Antonio Carlos F. Pinto

Geraldo Vianney V. de Souza

Pedro Antônio A. Couto

a todos estes, atribuem-se as interpretações e conclusões contidas neste relatório.

RESUMO

O complexo ultramáfico estratiforme original próximo da Cidade de Campo Formoso, Bahia, foi erodido, falhado e metamorfisado, de modo que apenas restou uma estreita faixa de largura variável em torno de 600 metros de rocha serpentínica. Esta parte desmembrada, de cerca de 15 quilômetros de comprimento, contém camadas de cromitito economicamente exploráveis, que podem ser mapeadas por cerca de 8 quilômetros nas proximidades da base do complexo. As camadas de cromitito têm uma espessura agregada total de cerca de 5 metros, tendo a camada mais espessa aproximadamente 2 metros. Baseado nesta espessura de cromitito, Thayer (1970, relatório inédito) sugeriu que a intrusão original teria de 3 a 4 quilômetros de espessura. A presença de cromita detrítica nos quartzitos sobrejacentes do Grupo Jacobina, atesta a erosão das partes média e superior do complexo ultramáfico. O subsequente desmembramento desse complexo erodido remanescente por falhamento foi bastante intenso, e restos isolados do complexo ultramáfico têm sido encontrados em várias localidades, dispersos ao longo da margem oeste da Sèrra de Jacobina. Entretanto, o falhamento de empurrão do Quartzito Jacobina sobre as rochas serpentiníticas ocultou grandes porções do serpentinito erodido e falhado. O metamorfismo do complexo ultramáfico estratiforme original para o facies do xisto verde de antigorita, clorita, talco e actinolita não obliterou completamente o fino bandeamento rítmico, a cromita de "textura em rede" ou outras características estratiformes do complexo.

Com base em dados de furos de sonda e mapeamento das minas, as reservas indicadas de cromita de grau metalúrgico do distrito cromitífero de Campo Formoso foram calculadas em

30.700.000 toneladas métricas. Uma avaliação parcial das reservas medida e indicada da Mina de Coitizeiros deu um total de 1.200.000 e 1.700.000 toneladas métricas respectivamente. A vida do distrito foi calculada em 150 anos.

SUMÁRIO

RESUMO I

1. INTRODUÇÃO 1
2. AGRADECIMENTOS 3
3. TRABALHOS ANTERIORES 5
4. GENERALIDADES 7

   4.1 Mineralogia e Geoquímica 7
   4.2 Uso e Consumo 8
   4.3 Geologia dos Depósitos de Cromita 12
   4.4 Depósitos de Cromita no Mundo 15
   4.5 Depósitos de Cromita no Brasil 18

5. PROJETO CROMO 21

   5.1 Objetivo e Justificativa do Projeto 21
   5.2 Histórico 22
   5.3 Área de Atuação 23
   5.4 Metodologia de Trabalho 24

6. FISIOGRAFIA DA ÁREA 26

   6.1 Acesso 26
   6.2 Clima e Vegetação 26
   6.3 Atividades Sócio-econômicas 27
   6.4 Geomorfologia 29

7. GEOLOGIA REGIONAL 31

   7.1 Estratigrafia 32

7.1.1 Pré-Cambriano Inferior a Médio 34

Grupo Caraíba (Grupo Pré-Minas) 34

Quartzo-Feldspato Gnaisse e Anfibolito . 34

Rochas Intrusivas 36

Metaultramáfica de Campo Formoso 36

Serpentinito de Carnaíba 37

Grupo Jacobina (Grupo Minas) 39

Formação Rio do Ouro 41

Formação Cruz das Almas 43

Formações Indiferenciadas Água Branca e Serra do Meio 44

Rochas Intrusivas 45

Diques de Metadiabásio 45

Granito de Carnaíba 45

Granito de Campo Formoso 46

7.1.2 Pré-Cambriano Superior ao Eocambriano . . . 49

Grupo Chapada Diamantina (?) 49

Formação Morro do Chapéu (?) 49

Grupo Bambuí 50

Formação Bebedouro 50

Formação Sete Lagoas 51

7.1.3 Depósitos Superficiais Quaternários 51

7.2 Tectônica 53

7.3 História Geológica 55

8. GEOLOGIA DA ULTRAMÁFICA E DOS DEPÓSITOS DE CROMITA PRÓXIMOS DE CAMPO FORMOSO - BAHIA 58

8.1 Serpentinização 58
8.2 Estratigrafia e Litologia da Metaultramáfica . . . 60
8.3 Modos de Ocorrência da Cromita 63
8.4 Estrutura 66
8.5 Estratigrafia do Cromitito 67
8.6 Importância do Intemperismo na Formação do Minério Friável 69
8.7 Geoquímica da Metaultramáfica 71
8.8 Considerações Genéticas 75

9. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA 78

9.1 Gravimetria Regional 78

9.1.1 Metodologia de Trabalho 78
9.1.2 Resultados Obtidos 79

9.2 Magnetometria Terrestre 80

9.2.1 Introdução 80
9.2.2 Trabalhos Anteriormente Realizados 81
9.2.3 Viabilidade do Método na Prospecção para Cromita 82
9.2.4 Metodologia de Trabalho 83
9.2.5 Medidas de Susceptibilidade Magnética dos Principais Tipos de Rocha 85
9.2.6 Resultados Obtidos 87

10. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA 92

10.1 Aplicabilidade do Método na Prospecção de Cromita. 92
10.2 Resultados Obtidos 93
10.2.1 Cromo 93
10.2.2 Níquel 97

11. SONDAGEM 100

11.1 Programação Executada 101
11.2 Problemas de Operação e Recuperação de Testemunhos 102

12. GEOLOGIA ECONÔMICA 104

12.1 Geologia das Minas e Ocorrências 104

12.1.1 Mina de Pedrinhas 104
12.1.2 Mina de Campinhos 108
12.1.3 Mina de Coitizeiros 109
12.1.4 Ocorrência de Cansa Cavalo 112
12.1.5 Mina de Limoeiro 113
12.1.6 Área do Morro de Maria Eugênia 115
12.1.7 Mina de Cascabulhos 118
12.1.8 Filões 10, 11 e 12 119
12.1.9 Mina 41 - Jatobá 120
12.1.10 Mina de Camarinha 121

12.2 Avaliação das Reservas 122

12.2.1 Reservas Medida, Indicada e Inferida da Mina de Coitizeiros 122
12.2.2 Reservas Indicadas do Distrito Cromitífero de Campo Formoso 127

12.3 Vida do Distrito Mineiro 132

12.4 Mineração e Beneficiamento do Minério 132

13. OUTRAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE ULTRAMÁFICA 135

13.1 Área Norte Nordeste de Campo Formoso 135
13.2 Ultramáficas a Este da Serra de Jacobina 136

14. ECONOMIA MINERAL 141

14.1 Mercado Internacional 141
14.2 Mercado Nacional 145

15. CONCLUSÕES 149
16. RECOMENDAÇÕES 152
17. ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS 155
18. BIBLIOGRAFIA 167
19. RELAÇÃO DOS MAPAS, FIGURAS E TABELAS 174
20. RELAÇÃO DOS ANEXOS 177

1. INTRODUÇÃO

O distrito cromitífero de Campo Formoso está localizado na região centro-norte do Estado da Bahia, aproximadamente a 406 quilômetros por estrada a noroeste de Salvador. O mapeamento geológico desse distrito em grande e pequena escala pelo DNPM-CPRM, começou em julho de 1969 e continuou até dezembro de 1971. O propósito deste trabalho foi estabelecer mais acuradamente as reservas de cromita do distrito e realizar o mapeamento das minas existentes, de modo a facilitar a mineração da cromita.

Todas as minas de cromo são escavações abertas ou trincheiras localizadas ao longo de uma faixa de afloramento, de cerca de 600 metros de largura, de peridotito serpentinizado, que se estende por aproximadamente 15 quilômetros ao longo do lado oeste da Serra de Jacobina. A maior parte da rocha ultramáfica e das camadas de cromitito está escondida por uma capa de quartzitos da Formação Rio do Ouro, que foi empurrada sobre a faixa metaultramáfica, e por um manto coluvionar de rolados de quartzito e laterito de 1 a 10 metros de espessura. Consequentemente, a maioria das informações geológicas sobre o cromitito e a rocha ultramáfica foi obtida do mapeamento de escavações abertas e de trincheiras, na escala 1:1000, e da descrição de testemunhos de sondagem das áreas das Minas de Pedrinhas, Campinhos, Valérios, Cascabulhos, Coitizeiros, Camarinha, Jatobá e Limoeiro.

Com o propósito de definir a sequência estratigráfica do cromitito e delinear os padrões maiores de falha, a CPRM deslocou um equipamento de sondagem para o distrito. Este equipamento, capaz de perfurar até 350 metros, permitiu uma melhor recuperação de testemunhos e furos mais profundos do que os existentes nas minas.

Desde o início do projeto sentiu-se que era necessário um programa de mapeamento regional, de modo a situar os depósitos de cromitito em relação às rochas e estruturas circunvizinhas. Por esta razão, o mapeamento geológico da área correspondente a 1/4 NW da folha de Campo Formoso, na escala 1:50.000, foi concluido. Visando não fugir ao principal propósito deste relatório, as descrições litológicas foram feitas de maneira suscinta.

Estudos geofísicos de magnetometria e levantamentos geoquímicos de aluvião foram realizados com a finalidade de localizar corpos de cromitito.

Devido a finalidade básica deste trabalho, em concordância com os objetivos traçados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral, ser o apoio técnico às companhias mineradoras de cromo, dentro da política global de desenvolver o setor mineral brasileiro, os estudos realizados são apresentados dentro de uma sistemática que permite uma melhor compreensão dos eventos geológicos e possibilita uma utilização prática dos resultados obtidos.

2. AGRADECIMENTOS

As Companhias Ferbasa e Comisa nas pessoas de seus diretores Júlio França e José da Silva Marques, permitiram o acesso às suas propriedades, colocando a disposição do projeto os testemunhos de sondagem para estudo e amostragem, contribuindo assim para a realização deste trabalho.

As discussões de campo com T. P. Thayer, W. Dempsey e D. B. Hoover do United States Geological Survey, USGS, foram muito úteis para elucidação de alguns aspectos da geologia dos depósitos de cromita.

A equipe do Projeto Cromo agradece ao geólogo Inácio de Medeiros Delgado a colaboração técnica prestada nas diversas etapas de trabalho, bem como a Juracy Mascarenhas, de quem divergiu-se de algumas conclusões estratigráficas e estruturais, mas cuja experiência e conhecimento da geologia da Bahia muito contribuiram no mapeamento regional realizado.

A avaliação das reservas medida e indicada para a Mina de Coitizeiros foi calculada pelo geólogo José Carlos Leal, enquanto Manfredo Pires Cardoso concluiu um estudo de economia mineral para a cromita.

Geraldo Vianney e Oscar Fuller (CPRM) e Lawrence V. Blade (USGS) deram valiosa assistência no estudo de lâminas delgadas dos diversos tipos litológicos, tendo o primeiro, juntamente com José Carlos Leal, prestado importante colaboração na fase de confecção do relatório final. As análises químicas foram realizadas nos laboratórios especializados da CPRM, do USGS e da Universidade Federal da Bahia.

J. Matzko (USGS) efetuou identificação por raios-X da kammererita, enquanto Nelson da Silva Gondim (CPRM) preferiu definir o mineral em questão como stichtita.

Vários mapas e relatórios inéditos de J.C.Griffon, T.P. Thayer,C.A. Wendell, Fausto Soares de Andrade e outros, mostraram-se de grande utilidade como fonte de informação sobre a geologia e a economia da cromita de Campo Formoso.

Os técnicos do Departamento de Geologia Econômica, da Diretoria de Operações da CPRM, realizaram uma apreciação técnica deste trabalho, bem como, a sua revisão final.

Ao pessoal de apoio das seções de desenho, datilografia e administração, como também aos setores de sondagem e transporte, os nossos agradecimentos.

Finalmente, de grande valia foi o apoio dado pelo coordenador técnico Frederico Rossiter durante a redação deste relatório.

3. TRABALHOS ANTERIORES

Um dos primeiros mapas dos depósitos de cromita da região de Campo Formoso, embora que essencialmente topográfico, foi feito por Gondim (1931), na escala 1:4.000, mostrando os locais das minas próximas à Vila de Santo Antônio, e incluía as ocorrências de Barreiras, Santo Antônio, Pé da Ladeira e Maria Eugênia. Anteriormente, Williams (1921), ao estudar o depósito de cromo no Município de Santa Luz, citou também a ocorrência em Campo Formoso. Leonardos (1935) relatou a associação de garnierita à cromita na área de Cascabulhos. Oliveira (1935) mostrou a localização dos depósitos, modos de ocorrência e associação da cromita, fazendo ainda cálculos de reserva e teor em óxido de cromo. Trabalho semelhante realizou Mello Jr (1937), abrangendo as Minas de Cascabulhos e Pedrinhas. Souza (1942) estudou petrograficamente amostras da área, fazendo especulações a respeito da gênese do minério.

Verificando o caráter estratiforme do minério, Johnston e Souza (1943) opinaram que o mesmo tivesse sido formado pela deposição alternada de cristais de olivina e cromita, através da gravidade. Andrade (1960), em relatório inédito do DNPM, descreveu a geologia da Mina de Coitizeiros e apresentou numerosas análises de concentrados de cromita. Griffon (1964, 1965 e 1966), Leo, Cox e Carvalho (1964) e Mascarenhas (1969) contribuiram para a compreensão da estratigrafia do Grupo Jacobina e da estrutura regional da serra do mesmo nome. Em 1966, Poesch publicou um pequeno relatório descrevendo as rochas ultramáficas, considerando-as introduzidas como um dique ou sill de 500 a 700 metros de espessura, ao longo do contato do gnaisse com o Quartzito Jacobina. Griffon e outros (1967), em mapa da folha de Campo Formoso, escala 1:100.000, mostrou a situação geológica regional das rochas ultramáficas metamorfisadas da área. Em relatório inédito do DNPM,

Wendell e Ferraz (1969), junto a uma breve descrição geológica do distrito, fizeram uma avaliação econômica dos depósitos.

Levantamento gravimétrico foi realizado em 1970 por Hoover e Boa Hora, apresentando anomalias nas áreas de rochas ultramáficas já conhecidas, além de outras nos Municípios de Antônio Gonçalves, Saúde e Pindobaçu. Thayer (1970, dados inéditos) verificando o caráter estratiforme dos minérios de cromita, sugeriu que as rochas ultramáficas eram parte de um peridotito altamente erodido, falhado e metamorfisado, que poderia ter possuido uma espessura de 3 a 4 mil metros.

4. GENERALIDADES

4.1 Mineralogia e Geoquímica

Os espinélios cromíferos possuem a fórmula (Mg, Fe) (Cr, Al, Fe)$_2$ O$_4$, sendo conhecidos na prática simplesmente pela denominação cromita. Por sua composição, se distinguem as seguintes espécies minerais mais importantes: a cromita propriamente dita, Fe Cr_2O_4, a magnesiocromita, (Mg, Fe) Cr_2O_4, a aluminocromita, Fe (Cr, Al)$_2$ O$_4$ e a cromopicotita, (Mg, Fe) (Cr, Al)$_2$ O$_4$. A cromita foi descoberta pelo acadêmico T. Lowitz, em 1797.

O teor de Cr_2O_3 nos espinélios cromíferos mais comuns varia dentro de um intervalo bastante amplo de 18 a 62 por cento. Em minérios pobres, o conteudo de cromo do mineral cromita diminui; isto implica que um minério de baixo grau não rende um concentrado tão rico em Cr_2O_3 quanto um minério maciço. O FeO varia de 0 a 18 por cento, o MgO de 6 a 16 por cento, o Al_2O_3 de 0 a 33 por cento e o Fe_2O_3 de 2 a 30 por cento. Como misturas isomorfas, se apresentam algumas vezes os óxidos de titânio, vanádio, manganês, zinco, níquel e cobalto, em pequenas quantidades.

A cromita é isométrica, hexaoctaédrica, podendo apresentar-se em cristais pequenos e mais comumente, maciça, granular a compacta. Possui dureza variando de 5,5 a 7,5, peso específico de 4,0 a 4,8, brilho metálico a submetálico e cor preto do ferro a preto acastanhado, com traço castanho escuro, sendo subtranslúcida. Os espinélios cromíferos que contêm FeO e Fe_2O_3 apresentam-se fra-

camente magnéticos, enquanto as variedades ricas em FeO e Fe_2O_3 e, pobres em Cr_2O_3, são bastante magnéticas.

Nas zonas de intemperismo, os espinélios cromíferos são estáveis quimicamente. Unicamente nas condições de um clima quente eles sofrem oxidação e se intemperizam.

A cromita é um constituinte comum dos peridotitos e dos serpentinitos deles derivados. Trata-se de um dos primeiros minerais a se separar do magma que se resfria, sendo os grandes depósitos de cromita originados por diferenciação magmática.

4.2 Uso e Consumo

O cromo, principal constituinte dos aços inoxidáveis, é elemento indispensável em variada gama de aplicações industriais. Isolado como metal em 1797, no ano de 1845 era usado na produção de bicromato de potássio. Outras aplicações fora da indústria química, só ganharam importância no início deste século.

A cromita é o único minério comercial de cromo e, além de ser fonte do metal, é usada diretamente como matéria-prima na indústria, constituindo-se, atualmente, substância básica e estratégica para todos os países industrializados.

De acordo com o teor em Cr_2O_3 e a razão Cr/Fe, a cromita é classificada como metalúrgica, química e refratária. Pelas especificações norte-americanas, a cromita metalúrgica deve ter um teor acima de 48 por cento de Cr_2O_3 e razão Cr/Fe igual ou superior a 3, devendo ser

maciça e não friável; a cromita é química quando o teor de Cr_2O_3 situa-se em torno de 44 por cento, baixa razão Cr/Fe e sobretudo de natureza friável; as especificações da cromita refratária são teor de Cr_2O_3 em torno de 31 a 34 por cento, alto teor de alumina ($Cr_2O_3 + Al_2O_3 \cong 58\%$), não friável e passar por testes prévios de performance. As especificações americanas são apresentadas na tabela abaixo:

Especificações

(% em peso)

Grau	Razão Cr/Fe Mín	Teor Mín. Cr_2O_3	Fe Máx.	Mín. $Cr_2O_3+Al_2O_3$	SiO_2 Máx.	S Máx.	P Máx.	CaO Máx.
Metalúrgico	3:1	48,0	-	-	8,0	0,08	0,04	-
Químico	-	44,0	-	-	5,0	-	-	-
Refratário	-	31,0	12,0	58,0	6,0	-	-	1,0

A maioria da cromita consumida no mundo destina-se à indústria metalúrgica, onde inicialmente ela é convertida em uma das várias ligas de ferrocromo, sendo as ligas convencionais diferenciadas pelo teor de carbono e classificadas como de alto, médio e baixo carbono (AC, MC e BC), conforme a percentagem deste elemento nas suas composições. O teor de cromo nessas ligas varia de 65 a 80 por cento.

A Ferbasa utiliza minérios com relações Cr/Fe inferiores aos empregados na indústria norte-americana convencional, fabricando ligas de ferrocromo desde 50 por

cento de cromo (relação Cr/Fe igual a 1,6) até a liga mais rica, com 62 por cento, a partir do minério com relação Cr/Fe variando de 1,9 a 2,1. O avanço da tecnologia tem permitido a utilização de minérios com teores mais baixos de Cr_2O_3, em função do teor de cromo na liga, tornando cada vez menos rígidos os limites especificados na tabela acima. Atualmente, já são empregados minérios friáveis concentrados como minério metalúrgico e refratário.

O conteudo de cromo nos aços-ligas varia de 1 até 35%. A sua combinação com outros metais, especialmente ferro, níquel, cobalto, molibdênio, tungstênio ou nióbio, resulta nas superligas, com aplicações na aeronáutica, astronáutica, energia atômica, refinarias de petróleo, siderúrgicas etc. Elas constituem os motores a jato, as pás de turbinas, equipamentos de fornos, manipuladores de produtos químicos ou corrosivos e instrumentos cortadores de metais. Conforme a quantidade de cromo presente no aço, este tem aumentada a sua dureza, inibida a grafitização a altas temperaturas e oferece maior resistência a corrosão e oxidação.

Os refratários de cromita são utilizados na construção de fornos para metalurgia dos não ferrosos, manufaturas de vidros e de fábricas de cimento. Pelo seu caráter neutro, são empregados para separar os tijolos de magnesita (básicos) dos de sílica (ácidos).

Na indústria química, a maior aplicação do cromo é na manufatura de pigmentos, no curtimento de couros, na indústria de tecidos e na eletroplastia. Compostos de cromo são essenciais nas artes gráficas e também usados em fungicidas, e como catalizadores, oxidantes etc., em

diversos processos químicos. Películas cromadas protegem os metais contra corrosão.

O consumo de cromita nos Estados Unidos nos últimos anos, é mostrado nos quadros abaixo:

Consumo Setorial (em percentagem)

SETORES	1966	1967	1968	1969	1970	1971*
Metalúrgico	64	56	61	64	64	66
Químico	13	14	15	15	15	16
Refratário	23	30	24	21	21	18

Consumo Setorial (em milhares de toneladas curtas)

SETORES	1966	1967	1968	1969	1970	1971*
Metalúrgico	828	866	804	898	921	697
Químico	194	179	202	211	216	191
Refratário	439	310	310	302	303	186
TOTAL	1461	1355	1316	1411	1440	1074

* Projetado de jan-out.

No início de 1971, os especialistas previram um aumento anual no consumo norte-americano da ordem de 1,8 a 3,1 por cento até o ano 2.000; injunções políticas e greves na indústria do aço fizeram o consumo decrescer sensivelmente.

São muito precárias as estatísticas sobre o cromo no Brasil. Com relação ao consumo, calcula-se que atualmente o país requeira cerca de 50.000 toneladas métricas de cromita anuais (Exame, setembro 71), demanda que tenderá a aumentar em vista do processo de aceleramento industrial e ampliação do parque siderúrgico nacional.

4.3 Geologia dos Depósitos de Cromita

Dois grandes tipos genéticos de complexos gabro-peridotitos podem ser distinguidos: o tipo estratiforme e o tipo alpino. Praticamente, todas as rochas neles incluidas apresentam certas feições marcantes atribuidas quer à cristalização e diferenciação de um magma fundido localmente com pequena ou nenhuma perturbação, para os complexos estratiformes, quer a fortes deformações e misturas de rochas previamente semi-solidificadas durante a colocação, para aqueles do tipo alpino.

De uma maneira geral, os tipos estratiforme e alpino dos complexos gabro-peridotitos podem ser distintos, segundo Thayer (1970), pelas seguintes feições:

TIPO ESTRATIFORME	TIPO ALPINO
1. Forma lopolítica	Forma irregular
2. Metamorfismo de contato nítido	Metamorfismo de contato normalmente ausente
3. Camadas regulares, quilométricas em extensão	Camadas irregulares, lenticulares, com extensão de dezenas de metros

4. Foliação paralela à estratificação	Foliação paralela à estratificação porém cruzando-a, às vezes
5. Contraste composicional limitado entre camadas adjacentes, por exemplo harzburgito para bronzitito	Contraste composicional ilimitado, por exemplo dunito para norito
6. Razão MgO:FeO relativamente baixa; ortopiroxênio com alto teor de CaO	Razão MgO:FeO relativamente alta; ortopiroxênio contém pouco CaO
7. Textura poiquilítica proeminente	Textura poiquilítica rara
8. Diques raros	Diques comuns
9. Nenhuma inclusão angular de qualquer facies no outro	Inclusão de peridotito em gabro e vice-versa
10. Localmente o piroxênio predomina sobre a olivina; plagioclásio acessório; dunito raramente presente	Rochas peridotíticas com 80% de olivina e 20% de piroxênio; nenhum plagioclásio; dunito comum em grandes massas
11. Geralmente peridotito grada para gabro através do piroxenito.	Peridotito pode gradar para gabro através do piroxenito ou troctolita-olivina-gabro, ou ambos.

Intimamente relacionados a estes dois tipos de complexos gabro-peridotitos, os depósitos de cromita são também diferenciados em estratiforme e alpino.

Os depósitos de cromita do tipo estratiforme, exemplificados pelos complexos de Bushveld, na África do Sul, e de Stillwater, nos Estados Unidos, apresentam a cromita intercalada com rochas ricas em piroxênio e olivina, nas partes inferiores dos complexos ígneos estratificados, predominantemente noríticos. As camadas são regulares e muito extensas, e contêm as maiores reservas do globo.

Irregulares na forma e estrutura, os depósitos alpinos também o são na distribuição no peridotito, aparecendo em forma de bolsões ou lentes distribuídas erraticamente.

Um resumo das feições diagnósticas dos dois tipos de depósitos de cromita é apresentado abaixo:

	TIPO ESTRATIFORME	TIPO ALPINO
1.	A cromita forma pequenos cristais euhedrais, exceto nas camadas maciças onde os grãos coalescem; grãos maiores que 1mm, em média; Nenhuma textura orbicular ou nodular	Grãos anhedrais; tamanho médio de 1 a 5mm, chegando a 10-15 cm no minério maciço; textura nodular comum, orbicular rara
2.	Textura entrelaçada (em rede), indeformada, cromita envolvendo olivina ou bronzita	Lineação mostrada por textura "pull-apart" e alongamento de nódulos

3. Cromita associada a piroxênio	Cromita associada com dunito e troctolito; a rocha matriz não tem piroxênio
4. Cromita forma camadas regulares com extensão de quilômetros	Os depósitos variam de tabulares a lenticulares (bolsões), sem atingir 1 km de extensão
5. Alto conteúdo em ferro, causando baixa razão Cr:Fe; O teor de Cr_2O_3, em geral, é de 38 a 45%, embora teores acima de 50% possam ser encontrados.	O teor de Cr_2O_3 varia muito, de 15 a 65%; A razão Cr:Fe porém, está na faixa de 2:1 a 3,5:1, atingindo em alguns depósitos 4:1.

4.4 Depósitos de Cromita no Mundo

Algumas considerações são feitas a respeito dos mais importantes depósitos de minério de cromo do mundo.

África do Sul

O complexo de Bushveld com 480 quilômetros de comprimento e 160 quilômetros de largura mostra, em planta, uma forma ovalada, cobrindo uma área de aproximadamente 30.000 quilômetros quadrados na região do Transvaal Central. Os depósitos de cromita ocorrem numa zona dentro de um grande "sill" lopolítico de espessura estimada em 5.500 metros, constituído de norito, piroxenito, dunito, anortosito e outras rochas.

A cromita apresenta-se em pequenos cristais disseminados nas rochas ultrabásicas como massas lenticulares, e em faixas, veios ou lentes de cromitito que seguem a pseudoestratificação do norito, associando-se estreitamente com bronzitito.

Os depósitos são tomados como exemplo do tipo estratiforme; várias hipóteses têm sido emitidas sobre a sua origem e a mais plausível admite que os veios de cromitito resultaram de diferenciação magmática, com as correntes do magma desempenhando um importante papel na distinção dos tipos de rocha, e parte da cromita e da bronzita cristalizando-se "in situ". O minério possui um teor médio de 44 por cento de Cr_2O_3.

Rodésia do Sul

Em superfície, o complexo intrusivo estratificado da Rodésia do Sul tem a forma de um imenso dique, com 500 quilômetros de comprimento e 5 a 10 quilômetros de largura. Forma o chamado "Grande Dique da Rodésia", sendo a intrusão em rochas graníticas. A sua parte basal consiste de piroxenito e peridotito bem estratificado, contendo veios de cromitito; próximo ao topo desta faixa inferior estão presentes platina nativa e sulfetos de cobre e níquel. Acima desta faixa, a ultrabásica é norito não estratificado, uniforme, maciço. Os veios de cromitito variam em espessura, de 1 a 90 cm, sendo 20 cm a mais comum. Constitui-se num depósito de tipo alpino.

Próximo ao "Grande Dique" há um outro corpo aparentemente não relacionado com este. Consiste de uma massa de intrusivas ultrabásicas em rochas sedimentares, ambas

mais velhas que as do "Grande Dique". Serpentinito e vários xistos formaram-se a partir das alterações das ultrabásicas, e a cromita ocorre em lentes de 50 a 150 metros de comprimento dentro dos xistos. Trata-se do depósito de Selukwe, que constitui uma das maiores concentrações individuais de cromita de alto grau no mundo.

Além das acumulações primárias, ao longo do "Grande Dique" existem também depósitos eluviais, alguns chegando a conter 35 por cento de cromita.

O teor de Cr_2O_3 da cromita rodesiana varia de 45 a 56 por cento.

Turquia

Depósitos de cromita ocorrem por todo o país. São associados a peridotitos, dunitos e seus equivalentes serpentinizados, sendo enquadrados no tipo alpino Alguns corpos de minério atingem 350 metros de comprimento e 5 metros de espessura, estando as lentes mineralizadas em contato brusco com o serpentinito adjacente. A cromita é de alto teor (48-52%) de Cr_2O_3.

Filipinas

Localizam-se nos flancos leste e oeste de um grande sinclinal, os depósitos cromitíferos das Filipinas, classificados como do tipo alpino. O complexo gabro-peridotito consiste de faixas alternadas de rochas gabróides estratificadas e ultramáficas. A maioria do minério consiste de cromita maciça, estando disseminada nos bordos

dos corpos mineralizados. O minério produzido é tanto de grau refratário como metalúrgico.

União Soviética

Os depósitos de cromita ocorrem numa extensão de 500 quilômetros nos montes Urais, associados com intrusões básicas e ultrabásicas. Os corpos de minério são massas estratiformes e a cromita apresenta-se maciça e disseminada nas rochas ultrabásicas, principalmente peridotito serpentinizado. São depósitos de alto grau e constituem-se num dos maiores da terra.

4.5 Depósitos de Cromita no Brasil

De significado econômico muito inferior aos da região de Campo Formoso, outros depósitos de cromita são conhecidos no Brasil, localizados principalmente em Minas Gerais e Goiás.

Minas Gerais

São citadas na literatura as ocorrências de minério de cromo nos Municípios de Piuí, Passos e Morro do Pilar.

Em Piuí está a jazida mais importante. A ultrabásica é intrusiva em xistos e filitos do Grupo Minas, e as camadas de cromitito de 50 cm de espessura no máximo, ocorrem dentro do serpentinito. O minério apresenta teor entre 45 e 50 por cento de Cr_2O_3, mas a reserva e a produção são insignificantes. Parte do minério ocorre sob a forma de rolados (eluvião).

Em Passos, há uma pequena jazida de minério de baixo grau (30 a 34 por cento de Cr_2O_3), estando o depósito num maciço ultrabásico encravado no cloritaxisto.

Os depósitos localizados no município Morro do Pilar são apenas citados, sem nenhuma caracterização geológica.

Goiás

Os depósitos de cromita em Goiás foram definidos por Thayer (1970), primariamente, como do tipo podiforme (alpino). Entre várias ocorrências, destacam-se as de Morro Feio, Cromínia e São José do Tocantins. O minério em todos os locais é de baixo teor de Cr_2O_3 e alto teor de Al_2O_3, enquadrando-se no grau de refratário.

Ao sul de Morro Feio há uma lavra de cromita maciça e disseminada contida em bolsões irregulares em lateritos, entre massas muito grandes de serpentinito xistoso; a maioria da cromita foi intemperizada, vinda de lentes cizalhadas com poucos metros de comprimento e provavelmente menos de 1 metro de largura. Na parte nordeste de Morro Feio, lentes muito estreitas, com 80 cm de espessura e 2 metros de comprimento, foram lavradas ao longo de 40 metros segundo a direção do serpentinito xistoso. A cromita apresenta grãos variando de 1 a 2mm no minério maciço. Minério nodular, consistindo de nódulos arredondados de cromita com 3 cm de diâmetro em uma matriz serpentinítica, gradando para minério maciço por coalescência dos nódulos, formaram blocos proeminentes em algumas concentrações de minério (Thayer, 1970).

Em Cromínia, no Morro da Magnesita, fragmentos de cromita maciça com tamanho médio de 1 a 10 cm cobrem uma área de 15.000 metros quadrados aproximadamente, em uma encosta do morro, constituindo o maior depósito de Goiás. Fragmentos ricos em cromita cobrem outras áreas do morro, com a espessura da cobertura variando de 50 cm a 2 metros, sendo as maiores espessuras encontradas nos bolsões dentro do serpentinito intemperizado. O solo laterítico ao pé da encosta é rico em cromita de 1 cm de diâmetro ou menos. (Thayer, 1970).

No complexo de São José do Tocantins a cromita maciça aparece em seixos de 10 cm de diâmetro, atingindo às vezes 25-30 cm, indicando que camadas maciças com espessura mínima de 15 cm devem ocorrer no local.

A literatura ainda cita ocorrências de cromita em São Paulo, Ceará e Amapá, porém descrições sobre estes depósitos não foram encontradas.

5. PROJETO CROMO

5.1. Objetivo e Justificativa do Projeto

Elemento indispensável na indústria moderna, o cromo chega a ser considerado como um verdadeiro "Midas", valorizando qualquer substância em que ele entre como constituinte. A cromita constitue a única matéria prima empregada na obtenção de cromo, usado na fabricação de aços especiais de alta qualidade.

Exceto a União Soviética, todos os demais países industrializados não possuem reservas naturais de minério de cromo suficientes para o seu consumo. Por isto mesmo, o mercado de cromita está sempre sofrendo variações, devido a influências de caráter político.

Na América do Sul, o único país que possui reservas de cromita é o Brasil, sendo elas localizadas no Município de Campo Formoso, Bahia. Outras ocorrências conhecidas no Brasil, localizam-se principalmente nos Estados de Goiás e Minas Gerais, entretanto as pesquisas realizadas até o momento nestas áreas demonstram que o teor e reserva do minério não têm maior significação econômica.

Dentro do espírito de fomentar e desenvolver o setor mineral brasileiro, o Departamento Nacional da Produção Mineral criou o Projeto Cromo, com a finalidade de estudar a potencialidade geo-econômica das reservas de cromita em Campo Formoso.

Os depósitos de cromita existentes na região são conhecidos e parcialmente trabalhados desde a década de 30. Atualmente estão sendo minerados pela Ferbasa (Indústria

de Ferro-ligas da Bahia S.A.) e pela Comisa (Coitizeiros mineração S.A.). A Ferbasa possui no Município de Pojuca, Bahia, uma indústria de ligas de ferro-cromo já em funcionamento e que utiliza o minério metalúrgico extraído em Campo Formoso. A Comisa, subsidiária da Bayer do Brasil, troca minério de grau metalúrgico pelo minério químico com a Ferbasa, para abastecer a indústria de produtos químicos da Bayer, localizada no município de Belford Roxo, Estado do Rio de Janeiro.

5.2 Histórico

O caráter estratiforme dos depósitos de cromita de Campo Formoso foi demonstrado por H. Capper de Souza e W. D. Johnston (1943). E. Poeshl (1966) publicou um relatório no qual ele descreve as rochas ultramáficas como sendo introduzidas em dique ou sill, ao longo do contato do gnaisse com o quartzito. T. P. Thayer (1970) visitou o distrito cromitífero, tendo contribuído para um melhor conhecimento da geologia dos depósitos.

O Departamento Nacional da Produção Mineral criou, em julho de 1969, o Projeto Cromo, iniciando-se os trabalhos com o mapeamento topogeológico das minas, contando com a colaboração do geólogo David C. Hedlund, do USGS. Em dezembro do mesmo ano, a equipe de geofísica do DNPM procedeu a investigações de gravimetria regional e magnetometria terrestre, tendo chegado a conclusões bastante otimictas nos resultados referentes a aplicação da magnetometria na prospecção de corpos de cromitito, contrariando as experiências anteriores levadas a efeito em depósitos localizados em outras partes do mundo.

A partir de junho de 1970, o Projeto Cromo passou a ser executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, dando início ao mapeamento geológico regional da área correspondente a 1/4 NW da folha de Campo Formoso (IBGE, folha SC-24-N-IV) e levantamento da faixa metaultramáfica na escala 1:10.000.

Uma programação de sondagem levada a efeito pela CPRM, teve início em dezembro de 1970, tendo sido realizado um total de 19 furos, com uma profundidade média de cerca de 250 metros.

Durante o mes de agosto de 1971, iniciou-se um levantamento magnetométrico de semidetalhe, juntamente com um mapeamento topogeológico na escala 1:1.000, que se desenvolveu na meia encosta da Serra de Jacobina, da Mina de Pedrinhas até as proximidades da Cidade de Campo Formoso.

Uma prospecção geoquímica de aluvião, tipo estratégica, foi realizada na área de ocorrências de metaultramáfica próxima a Campo Formoso, visando um estudo dos minerais pesados e determinação de platina, no mês de dezembro, tendo sido concluida na primeira quinzena de janeiro do corrente ano, juntamente com um programa geoquímico para a parte nordeste de Campo Formoso.

5.3 Área de Atuação

A área de atuação do Projeto Cromo está localizada na região centro-norte do Estado da Bahia, entre as coordenadas 10°00' e 11°00' de latitude sul e 41°00' e 41°30' de longitude oeste de Greenwich, abrangendo parcialmente os Municípios de Campo Formoso, Senhor do Bonfim, Antônio Gonçalves, Pindobaçu e Saúde.

Originalmente, os trabalhos foram desenvolvidos na área correspondente a 1/4 NW da folha de Campo Formoso, onde foi realizado um mapeamento regional na escala ... 1:50.000. A verificação da continuidade das ocorrências de rochas metaultramáficas para norte da Cidade de Campo Formoso e o estudo de depósitos de cromita existentes no Município de Saúde, estenderam o campo de atuação do projeto para ao norte da Cidade de Senhor do Bonfim e para um pouco ao sul da Cidade de Saúde, respectivamente (mapa 5.1).

5.4 Metodologia de Trabalho

O mapeamento geológico da área correspondente a 1/4 NW da folha de Campo Formoso (30' x 30'), na escala ... 1:50.000, abrangendo uma área aproximada de 650 quilômetros quadrados, foi feito utilizando-se de "green line" restituído da folha do IBGE - Campo Formoso SC-24-N-IV, como base (mapa 5.2).

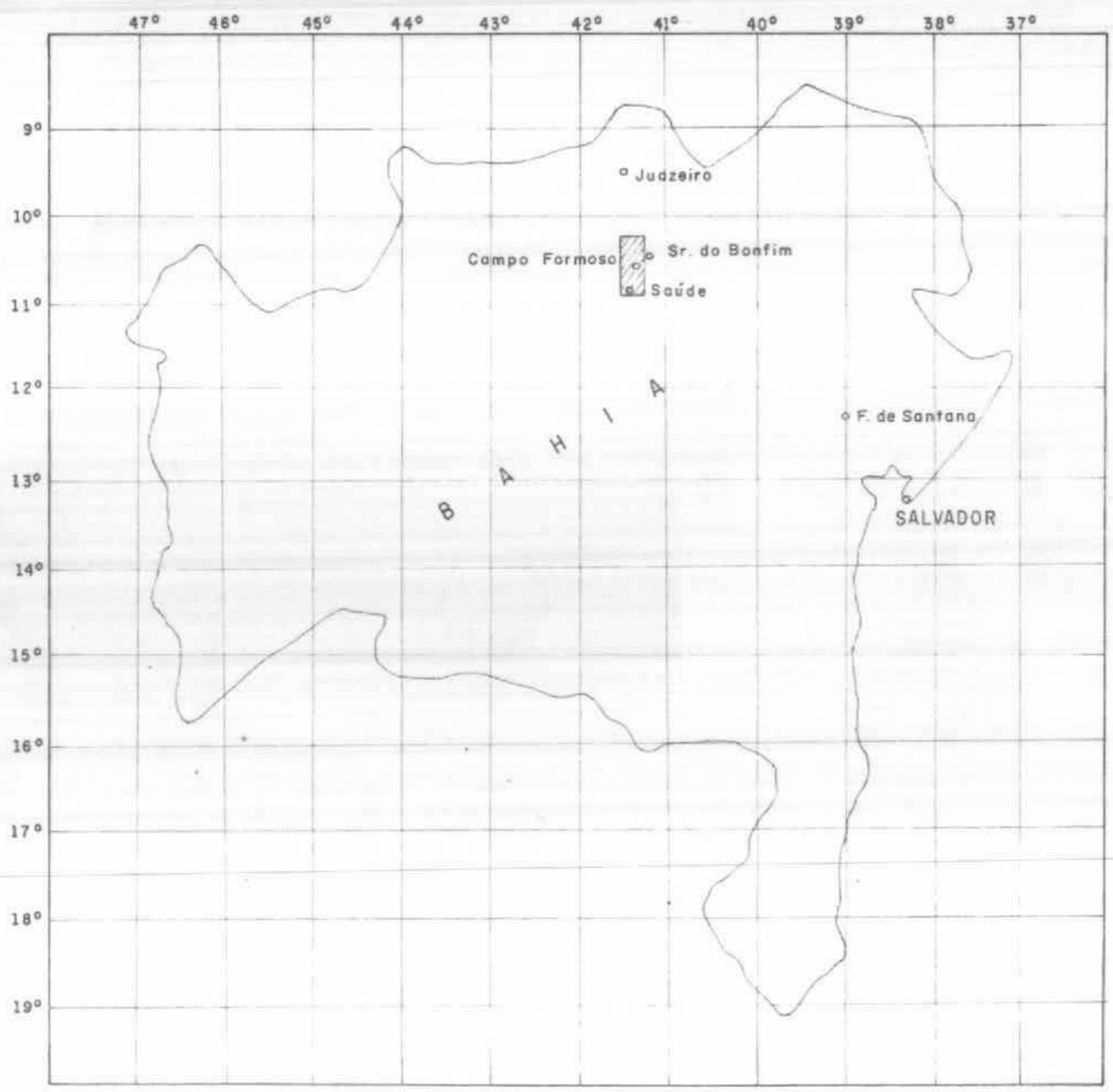
Na escala 1:10.000, executou-se o levantamento da faixa metaultramáfica, a partir de fotografias aéreas, abrangendo uma área de 50 quilômetros quadrados (mapa 5.3).

O mapeamento topogeológico das minas foi realizado a prancheta e alidade, na escala 1:1.000 em decorrência do volume de informações coletadas, com a locação dos furos de sondagem e posterior confecção das secções geológicas a partir da descrição dos testemunhos obtidos.

O levantamento magnetométrico de semidetalhe foi executado tendo por base mapas topográficos realizados

C.P.R.M.

5.1 MAPA DE SITUAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO



Escala ——— 1/10 000 000

100 km 0 100 200 300 400 500 600 km

Des.

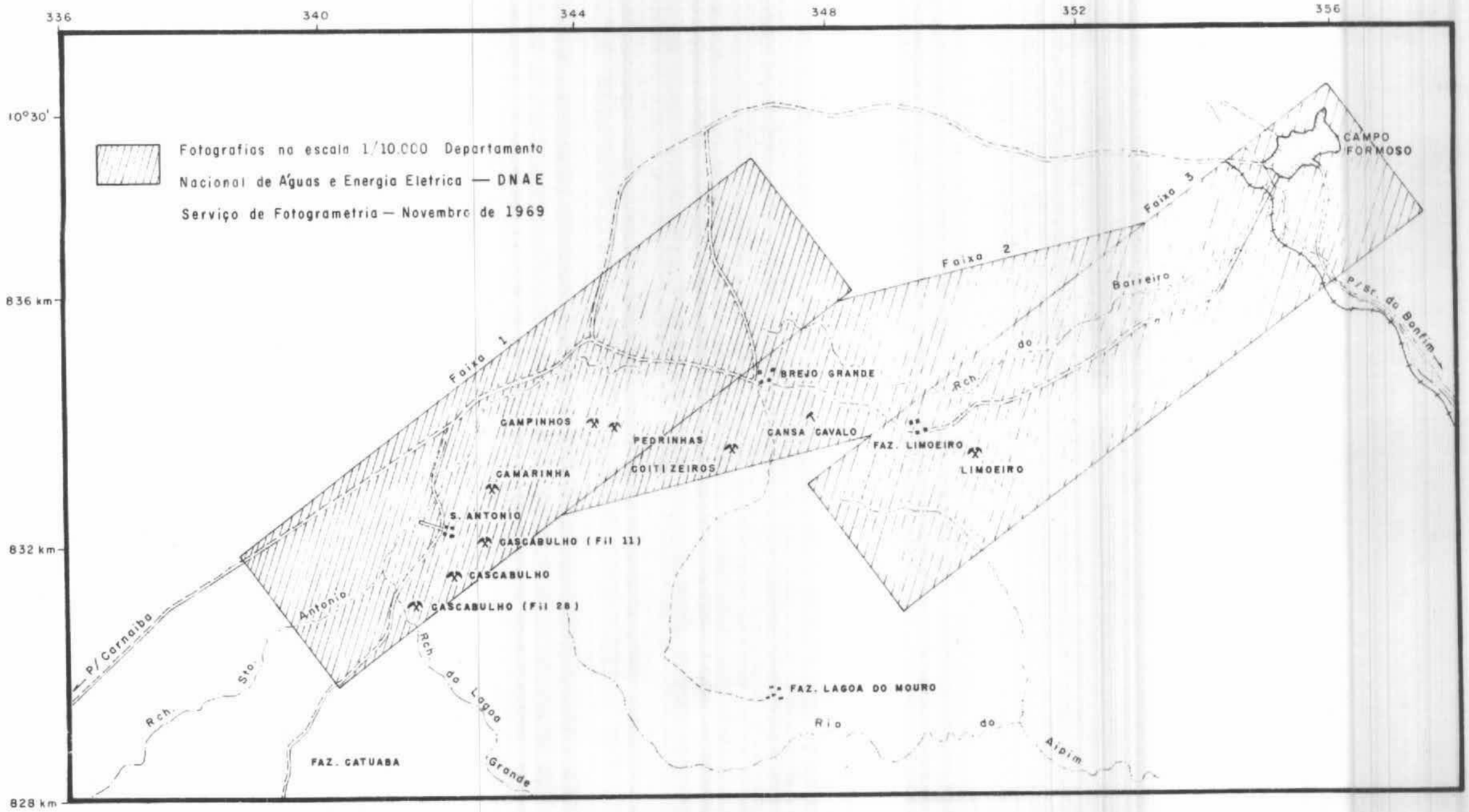
C.P.R.M.

5.2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA MAPEADA NA ESCALA 1/50.000

Des. [illegible]

5.3 MAPA DE COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA CORRESPONDENDO A ÁREA MAPEADA NA ESCALA 1/10.000

C.P.R.M.



ESCALA 1/100.000

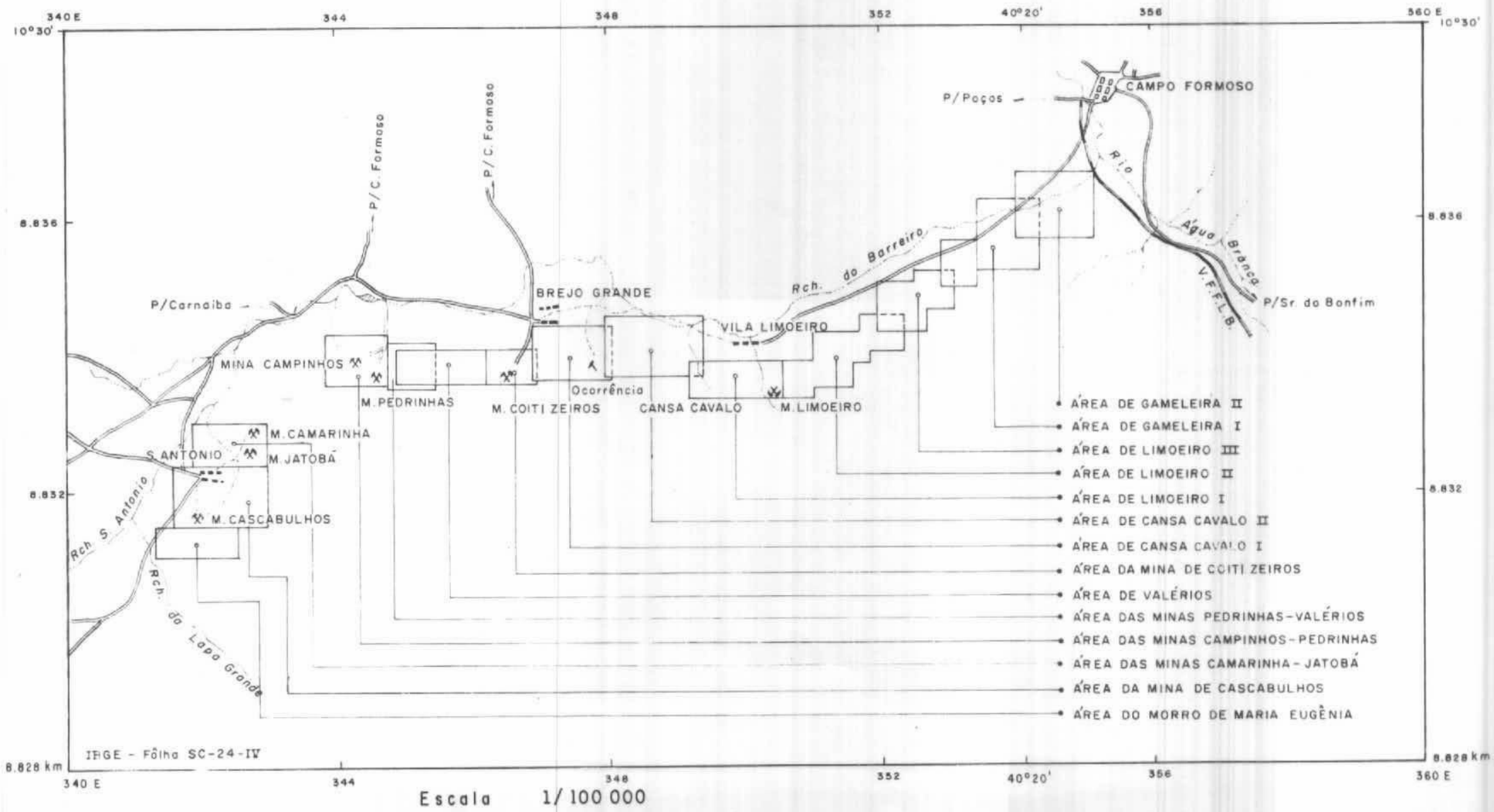
Des. [illegible]

com prancheta e alidade, na escala 1:1.000 e apresentados na escala 1:2.000, por conveniência técnica. A partir dos dados obtidos pela magnetometria e pelas observações de campo coletadas, foram confeccionados mapas geológicos de detalhe da faixa metaultramáfica. Deste modo, a faixa metaultramáfica de Campo Formoso foi levantada na escala 1:1.000 nas áreas das minas e ocorrências, e apresentada a parte restante na escala 1:2.000 (ver mapa 5.4).

Nas áreas mapeadas pela magnetometria são apresentados mapas geológicos, mapas de isoanomalias magnéticas, mapas controle de medidas e perfis magnetométricos.

O levantamento geoquímico de aluvião foi desenvolvido ao longo dos riachos e principalmente, nas confluências dos mesmos, tendo sido as amostras coletadas estrategicamente conforme a disposição da drenagem local.

5.4 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS MAPEADAS NAS ESCALAS 1/1000 e 1/2000



Escala 1/100 000

Des. [illegible]

C.P.R.M.

6. FISIOGRAFIA DA ÁREA

6.1 Acesso

Partindo-se de Salvador, o acesso à região é feito pelas rodovias asfaltadas BR-324 e BA-130 até a Cidade de Senhor do Bonfim, percorrendo-se uma distância de 380 quilômetros; desta última cidade à Campo Formoso a ligação é feita através de uma estrada asfaltada, recentemente concluida, numa extensão de 26 quilômetros. Para atingir-se as minas de cromo, percorre-se aproximadamente 16 quilômetros em estradas carroçáveis que permitem porém, em sua maioria, tráfego permanente.

A Cidade de Campo Formoso dispõe também de transporte ferroviário, através da Viação Férrea Federal Leste Brasileiro (V.F.F.L.B.), ligando a Juazeiro e Salvador e distando desta 471 quilômetros.

Um Campo de Pouso pode ser utilizado na Cidade de Senhor do Bonfim, que entretanto não conta com linhas regulares de transporte aéreo.

6.2 Clima e Vegetação

Sendo a área totalmente incluída no chamado "Polígono das Secas", o seu clima é semi-árido, quente (Bshw, segundo a classificação de Koppen), com precipitações maiores de abril a julho e o total anual não ultrapassando normalmente os 600mm. Entretanto, devido a vizinhança da Serra de Jacobina, localmente a sua influência se faz sentir, com o clima variando para semi-tropical. A média anual de temperatura é de 25°C.

A vegetação é típica de caatinga, com pequenas modificações na área em que o clima varia para semi-tropical. Nos solos arenosos ela desenvolve-se rasteira e, nos vales, torna-se alta, predominando em ambos os casos representantes da Calsalpina sp. (Catingueira), Mimosa sp. (Jurema), Piptadenia sp. (Angico), Cocos Coronata (Ouricuri) e Bromelia Lacumo (Macambira). Menos abundante são as Cassia Uniflora (Palma), Pilocereus Gounelli (Xique-xique) e Cereus Giganteus (Mandacaru).

Nos vales e baixadas úmidas, algumas culturas podem ser observadas, sendo porém dependentes das condições climáticas da época.

6.3 Atividades Sócio-econômicas

Atualmente a indústria extrativa mineral representa a principal atividade econômica do Município de Campo Formoso. A Ferbasa empregando 550 operários e a Comisa cerca de 60, são os principais empregadores, absorvendo grande parte da mão de obra disponível, em caráter permanente.

Nas imediações da Vila de Carnaíba são explorados, em regime intensivo, alguns garimpos de esmeralda. Sua importância é destacada pelo fato de ser considerado pelos grupos estrangeiros compradores, entre eles, americanos, indianos, franceses, israelitas e holandeses, o maior garimpo de esmeralda do mundo em volume de pedra preciosa extraida, rivalizando apenas com a qualidade melhor das esmeraldas colombianas.

No principal garimpo da região, situado ao norte da Vila de Carnaiba, em verdadeiras favelas conhecidas localmente pelas denominações de "Petrolina e Juazeiro", devido ao pequeno riacho que as separa, cerca de 8.000 pessoas são direta ou indiretamente dependentes da extração das esmeraldas.

Outros garimpos e pequenas minas são conhecidos na região da Serra de Jacobina, na área do projeto, destacando-se as explorações de calcita, quartzito verde, calcário e ametista.

Na vizinhança de Campo Formoso, uma fábrica de cimento está sendo implantada, com inauguração prevista para o corrente ano.

Na região, a pecuária exerce um papel mais importante do que a atividade agrícola, destacando-se a criação de gado bovino e, em menor escala, ovinos e caprinos. A instalação na Cidade de Senhor do Bonfim de um frigorífico destinado a industrializar carne asinina, incrementou bastante esta criação.

A lavoura, aproveitando sobretudo os vales e baixadas úmidas, consiste no plantio e colheita de produtos básicos de subsistência, como feijão, milho, mandioca e cana de açucar; localmente cultiva-se o sisal e a mamona.

A Cidade de Senhor do Bonfim destaca-se como centro comercial regional, dispondo de melhores condições de vida dentre as cidades circunvizinhas, possuindo boas instalações médico-hospitalares e entidades sócio-educacionais regulares.

6.4 Geomorfologia

A Serra de Jacobina é um alinhamento de direção norte-nordeste na região centro-norte da Bahia, formada por quartzitos e filitos do Grupo Jacobina. Os quartzitos formam cristas proeminentes que atingem altitudes de 900 a 1.100 metros; os filitos são muito menos resistentes ao intemperismo e formam vales no interior da cadeia e morros baixos, arredondados, ao longo dos flancos, onde predominam os afloramentos.

Uma nítida flexão leste-oeste da serra, da área da Mina de Campinhos para a Cidade de Campo Formoso, produz uma direção leste anômala, diferente da direção nordeste normal da cadeia.

Extensos depósitos de fanglomerados ao longo do lado leste da serra localizam-se sobre filitos a uma elevação de cerca de 500 metros, e a mudança brusca de altitude no contato do quartzito dá a impressão de uma forte escarpa de falha. Esta impressão é ilusória desde que existe pouca evidência de falhamento no contato filito-quartzito, e a erosão diferencial pode explicar a brusca mudança de elevação. Ao longo do lado oeste, os depósitos de fanglomerados estão situados entre 650 e 725 metros, depositados principalmente sobre o granito de Campo Formoso, gnaisses e serpentinitos. Não se identificam formas de relevo que caracterizem ou individualizem as rochas ultramáficas.

Os riachos da serra exibem, predominantemente, um padrão retilíneo e são fortemente influenciados por uma topografia de cristas e vales. Correntes um pouco mais

volumosas, como o Rio Água Branca, entre Campo Formoso e Antônio Gonçalves cortam transversalmente a serra sem muito controle topográfico, e parecem ser rios superimpostos.

7. GEOLOGIA REGIONAL

Objetivando o conhecimento das relações estruturais da faixa metaultramáfica de Campo Formoso com a sequência metassedimentar do Grupo Jacobina e o embasamento cristalino, realizaram-se estudos geológicos de caráter regional.

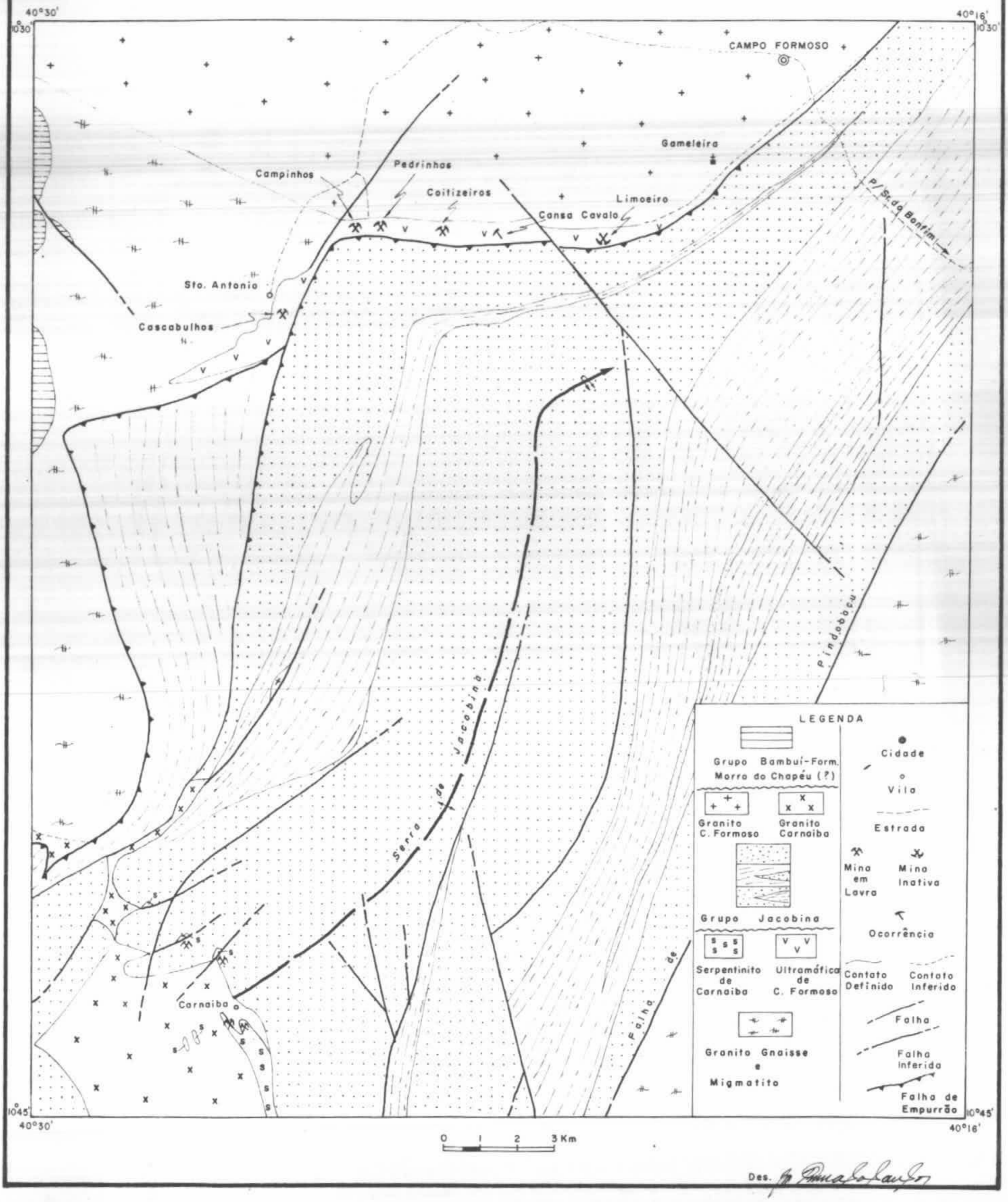
O mapeamento compreendeu uma área de 650 quilômetros quadrados, correspondendo a 1/4 NW da folha de Campo Formoso (30' x 30'), na escala 1:50.000, utilizando-se de "greenline" restituído da folha 1:100.000 do IBGE.

Na escala 1:10.000 executou-se o levantamento da faixa metaultramáfica a partir de fotografias aéreas, abrangendo uma área de 50 quilômetros quadrados. A finalidade deste mapeamento foi separar, na escala de semidetalhe, os contatos do serpentinito com o Quartzito Rio do Ouro e o embasamento cristalino. O prolongamento da faixa além da Cidade de Campo Formoso, ficou evidenciado no mapa 1:10.000.

O mapeamento geológico sistemático executado pelos técnicos do Projeto Cromo, levou a conclusões estratigráficas e estruturais que diferem dos resultados obtidos nos trabalhos anteriormente realizados na região central da Serra de Jacobina, por Griffon e Mascarenhas. Estas divergências serão discutidas neste relatório, salientando-se porém, que o estudo geológico desta serra, devido à sua grande complexidade, longe de estar concluído, oferece ainda muitos pontos obscuros que deverão ser longamente discutidos para uma melhor interpretação da sua geologia.

C.P.R.M.

7.1 MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA ÁREA 1/4 NW DA FOLHA DE CAMPO FORMOSO



7.1 ESTRATIGRAFIA

As rochas mais velhas do que o Grupo Jacobina são consideradas Pré-Minas, pertencentes ao Pré-Cambriano Inferior, designadas na parte este da Serra de Jacobina "gnaisse de Itaberaba" e, na parte oeste, de "gnaisse do Catuaba", por Kegel (1959) e, mais recentemente conhecidas por Grupo Caraíba (Barbosa, 1964 e Brito Neves, 1971). Na área mapeada, este grupo é representado por quartzo-feldspato gnaisse com corpos de anfibolito concordantes.

O Grupo Jacobina, que constitue a serra do mesmo nome, é correlacionado com o Grupo Minas e atribuido ao Pré-Cambriano Médio a Inferior. Na parte central e norte da serra, o Grupo Jacobina compreende quatro formações que, da mais recente para a mais antiga, são: Formação Água Branca, Formação Serra do Meio, Formação Cruz das Almas e Formação Rio do Ouro (Griffon, 1964 e Mascarenhas, 1969). No presente trabalho, as Formações Água Branca e Serra do Meio são consideradas conjuntamente e não diferenciadas, em virtude da não caracterização litológica das mesmas na região da área mapeada.

As rochas intrusivas são apresentadas segundo o tempo relativo de colocação das mesmas.

O Pré-Cambriano Superior ao Eocambriano está pobremente representado na área mapeada pelo Quartzito Morro do Chapéu (Grupo Chapada Diamantina, Brito Neves, 1968) e, pelo Calcário Sete Lagoas e Siltito Bebedouro (Grupo Bambuí, E. Riman, 1971).

O coluvião ao longo da meia encosta da Serra de Jacobina, constitue os depósitos superficiais quaternários mais importantes da área estudada.

A estratigrafia da área resume-se na seguinte disposição:

Depósitos superficiais quaternários

Eocambriano ao Pré-Cambriano Superior
- Grupo Bambuí
  - Formação Sete Lagoas
  - Formação Bebedouro
- Grupo Chapada Diamantina (?)
  - Formação Morro do Chapéu (?)

Pré-Cambriano Médio a Inferior
- Rochas Intrusivas
  - Granito de Campo Formoso
  - Granito de Carnaíba
  - Diques de Metadiabásio
- Grupo Jacobina (Grupo Minas)
  - Formações indiferenciadas Água Branca e Serra do Meio
  - Formação Cruz das Almas
  - Formação Rio do Ouro
- Rochas Intrusivas
  - Serpentinito de Carnaíba
  - Metaultramáfica de Campo Formoso
- Grupo Caraíba (Grupo Pré-Minas)
  - Quartzo-feldspato gnaisse e Anfibolito.

7.1.1 PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR A MÉDIO

GRUPO CARAÍBA (GRUPO PRÉ-MINAS)

Quartzo-feldspato Gnaisse e Anfibolito

As rochas de idade Pré-Minas incluem quartzo-microclina-muscovita gnaisses, microclina-oligoclásio-quartzo gnaisses, migmatitos, quartzitos e anfibolitos. Estas rochas apresentam metamorfismo do facies anfibolítico e comumente contêm hornblenda, epidoto e granada vermelha (almandina?) como acessórios. Pegmatitos pobremente zonados são comuns em áreas de forte migmatização. A leste da Serra de Jacobina, quartzitos delgados estão intercalados com o gnaisse, e formam cristas alongadas de direção N15-20°E que estão essencialmente em conformidade com a foliação do gnaisse. Esses quartzitos são partes integrantes do gnaisse e não representam blocos baixos, de falha, do Grupo Jacobina. Os gnaisses ao longo da margem oeste da quadrícula, perto da Fazenda Malvá e de Brejão da Grota, contêm anfibolitos e hornblenda gnaisses intercalados, e são notadamente diferentes daqueles ao longo do lado leste da serra. Esta diferença de associação sugere outro nível estratigráfico cuja nomenclatura foge ao propósito deste relatório.

Na vizinhança de Pindobaçu é comum quartzo-microclina-muscovita gnaisse. O gnaisse é cinza claro, mediamente granulado, granoblástico a fracamente foliado, e contém almandina(?) como acessório. A foliação tem direção N10-25°E com mergulhos de 45 a 65° para leste; localmente, perto da falha de Pindobaçu,

a foliação mergulha de 80° para oeste. Fortes lineações no gnaisse mergulham de 25 a 40° para N20°E, na parte sul da área mapeada.

Ao longo da margem oeste da quadrícula, os gnaisses são mais ricos em plagioclásio, principalmente andesina-sódica (An_{32-38}), e são comuns intercalações com anfibolitos e hornblenda gnaisses. Na vizinhança de Brejão da Grota, o quartzo-andesina-microclina gnaisse tem direção N10-20° e mostra mergulhos fortes variáveis. Perto da falha de empurrão, o gnaisse está parcialmente cloritizado, fortemente foliado e localmente não distinto do clorita-sericita xisto.

O quartzo-andesina-microclina-muscovita gnaisse no quarto noroeste da quadrícula, perto da Fazenda Malva, está firmemente dobrado em um anticlinal (?) de mergulho abrupto, com um plano axial de direção N65°E. Provavelmente é comum o reviramento do anfibolito e, não há certeza quanto ao topo e a base do gnaisse. As camadas de anfibolito têm comumente menos de 300 metros de espessura, são relativamente contínuas, e parecem ser de origem metassedimentar em vez de metaígnea. Amídalas, estruturas "pillow" e outras características vulcânicas estão ausentes. ?

ROCHAS INTRUSIVAS

Metaultramáfica de Campo Formoso

As rochas metaultramáficas que ocorrem próximas à Campo Formoso, são resultantes de um complexo estratiforme que teve suas partes média e superior erodidas antes da deposição dos sedimentos clásticos que deram origem ao Grupo Jacobina. Baseado na espessura de algumas camadas de cromitito estratiforme, Thayer (1970) sugeriu que a intrusão teria de 3 a 4 quilômetros de espessura.

O peridotito e o piroxenito originais do complexo sofreram metamorfismo para o facies do xisto verde, e o conjunto metamórfico compreende serpentinito, clorita-serpentina-talco xisto, talco xisto, actinolita gnaisse e anfibolito. Devido à sua pequena exposição, nenhum desses tipos de rocha pode ser mapeado isoladamente, mas podem ser registrados nos mapas das minas e em testemunhos de sondagem.

O intenso tectonismo a que foi submetida a parte restante do complexo, provocou o basculamento, falhamento e acavalamento dos diferentes níveis estratigráficos e, principalmente, das camadas de cromitito, desfazendo a persistência lateral dos corpos de rocha, uma característica importante dos complexos estratiformes.

A faixa de ocorrência das metaultramáficas está colocada ao longo da falha de empurrão que limita a Serra de Jacobina, em seu flanco ocidental, estando a parte superior em contato com os Quartzitos Rio

do Ouro, enquanto a porção inferior faz contato com o granito de Campo Formoso e o quartzo-feldspato gnaisse.

O contato inferior da metaultramáfica com o granito é um contato de falha, haja visto que o granito é mais jovem do que a metaultramáfica e, ao longo do contato, não se observam evidências de metamorfismo.

Algumas falhas transversais afetaram o quartzito e a metaultramáfica sem terem atingido o granito, enquanto a Falha de Limoeiro é comum a estas tres unidades litológicas. A oeste desta falha, a faixa metaultramáfica se estreita e, pelos dados de magnetometria, em alguns pontos ela se estrangula, desaparecendo por completo.

Os estrangulamentos e estreitamentos da faixa são devidos, em parte, ao falhamento de empurrão; esta situação pode ser bem visualizada na área intermediária às Minas de Pedrinhas e Camarinha, local em que os quartzitos da serra sofrem mudança de direção, formando uma espécie de cotovêlo.

Serpentinito de Carnaíba

Na região de Carnaíba, quatro corpos alongados de serpentinito num total de mais de 2.500 metros de comprimento, afloram nas proximidades da Vila de Carnaíba e do garimpo conhecido por Mina do Bode. Os corpos estão na base do Grupo Jacobina e se prolongam por baixo da Formação Rio do Ouro, que os recobre em grande parte.

Os afloramentos são observados ao longo dos Vales, onde pequenas falhas de grande inclinação e os efeitos da erosão seletiva possibilitam uma melhor exposição.

Na região, garimpos de esmeralda podem ser observados em grande atividade. A maior parte da produção vem do garimpo localizado ao norte da Vila de Carnaíba. Nesta localidade uma falha de mergulho forte, com cerca de 15 metros de deslocamento para norte, expôs quartzitos em contato com o serpentinito. Ao longo deste contato existem brechas grosseiras constituídas por fragmentos de quartzito e serpentinito, cortadas por numerosos veios de pegmatito e de quartzo. A maioria das esmeraldas ocorre dentro do pegmatito ou em zonas marginais ricas em biotita. A biotita magnesiana ($N = 1,593 \pm 0,005$) fornece um guia para o garimpo de esmeralda. Do berilo total extraído, apenas cerca de 8% é utilizável como gema de qualidade. O crisoberilo está também presente, mas a maioria do material é preto esverdeado e apenas raramente pode ser aproveitado como gema.

Perto do garimpo Mina do Bode, se estendendo na direção sul-sudeste, há um outro corpo de serpentinito que está presentemente sendo explorado para esmeralda. Nesta localidade, numerosos pegmatitos e apófises de granito penetram o serpentinito e mostram evidências de dobramentos, que são provavelmente relacionados a esforços posteriores. Perto do contato com o granito, o serpentinito possui, comumente, uma auréola de biotita com mais de um metro de largura.

Os serpentinitos variam de maciços a fracamente foliados e contêm, principalmente, serpentina, talco e, em menor quantidade, tremolita-actinolita. Minerais acessórios incluem cromita, magnetita e, em quantidades muito menores, flogopita. Estão ausentes as camadas de cromitito, bem como, qualquer indicação de acamadamento estratiforme. Agregados ovais de serpentina, de mais de 1 centímetro de diâmetro, que aparecem perto do garimpo Mina do Bode, sugerem uma obscura textura relíquia.

Concentrações dispersas de molibdenita são encontradas nos corpos pegmatíticos, porém a importância econômica deste mineral no serpentinito de Carnaíba ainda não está definida.

Os corpos serpentiníticos da região de Carnaíba são claramente mais velhos do que o granito e os quartzitos do Grupo Jacobina. Acredita-se que as brechas próximas do contato entre o serpentinito e o quartzito, resultaram do empurrão dos quartzitos sobre a metaultramáfica. O tamanho e a forma angular dos componentes da brecha, juntamente com a ausência de outros fragmentos que não sejam de serpentinito ou quartzito, representam um forte argumento para esta hipótese.

GRUPO JACOBINA (GRUPO MINAS)

A sucessão estratigráfica dentro do Grupo Jacobina foi descrita e mapeada por Cox, Leo e Carvalho (1964), Griffon (1964, 1965, 1966) e Mascarenhas (1969). A Seção tipo está exposta ao longo do Rio

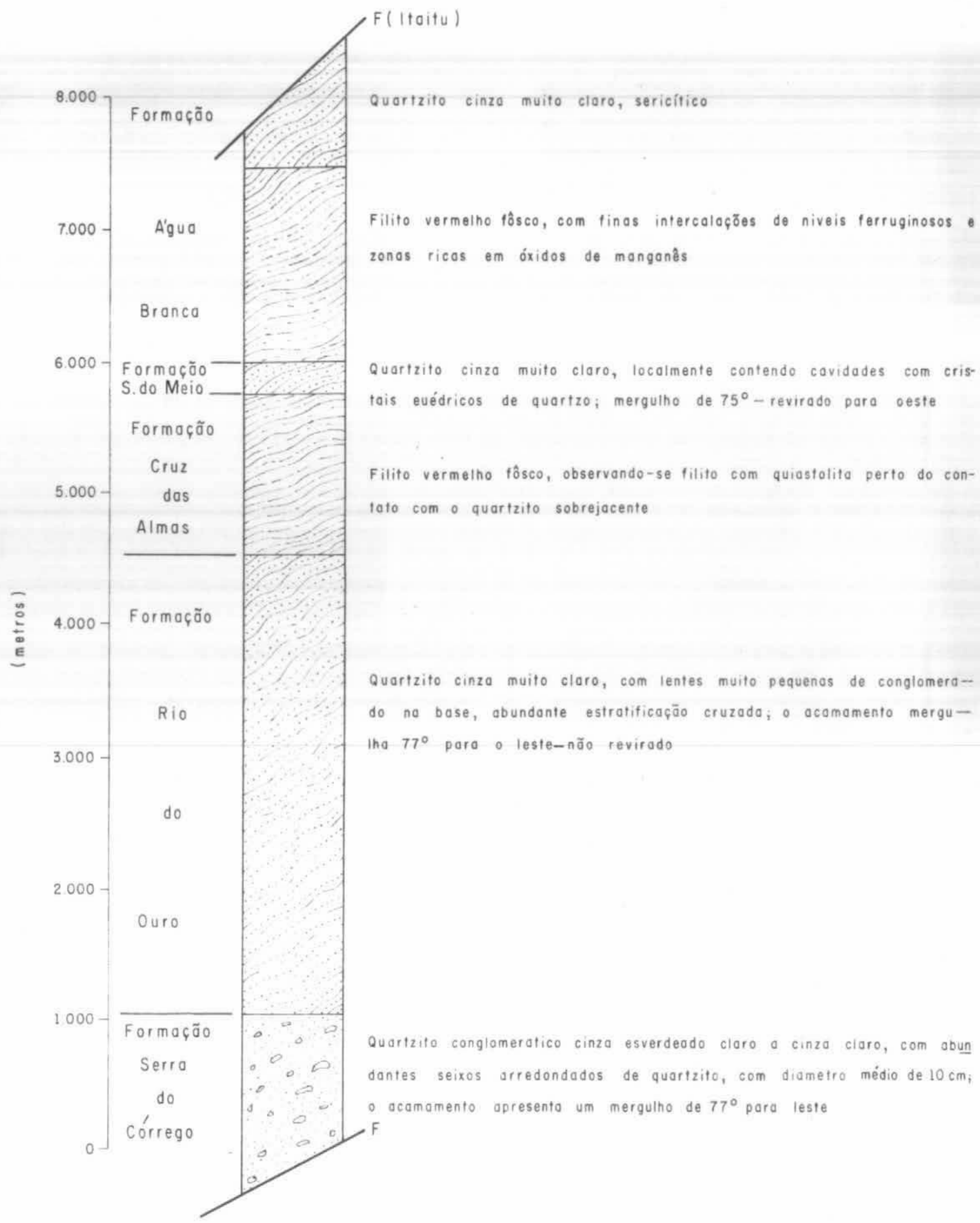
Itapicuru (Figura 7.1), a leste da Cidade de Jacobina, onde aproximadamente 8.000 metros de rochas clásticas metamorfisadas e ingrememente inclinadas, compõem o flanco leste de uma grande estrutura anticlinal. Embora Cox, Leo e Carvalho (1964) mapeassem e descrevessem as Formações Serra do Córrego, Rio do Ouro e Cruz das Almas, eles não subdividiram esta última. Griffon e Mascarenhas (1966 e 1969) separaram da Formação Cruz das Almas, uma unidade de quartzito de 200 metros de espessura e chamaram de Formação Serra do Meio. A base deste quartzito está colocada no contato com um filito com quiastolita, de cor cinza escura. Uma sequência de filitos, níveis ferruginosos, filitos manganíferos e quartzitos, está incluída no que eles chamaram Formação Água Branca.

A seção estratigráfica ao longo do Rio Água Branca (Figura 7.2), perto da Cidade de Campo Formoso, também tem uma espessura agregada de cerca de 8000 metros mas difere em vários aspectos importantes. O filito com quiastolita, que é usado como uma camada chave para definir o contato da Formação Serra do Meio, está dentro de quartzitos que têm similaridades litológicas com a Formação Rio do Ouro. Em segundo lugar, a Formação Serra do Córrego está ausente. Finalmente, nenhum dos quartzitos interestratificados com o filito da Formação Cruz das Almas é persistente, e não podem seguramente serem correlacionados com a Formação Serra do Meio. Por estas razões, a Formação Cruz das Almas é mapeada como uma sequência predominantemente de sedimentos pelíticos, menor nível ferruginoso e finas intercalações de quartzito descontínuas. O quartzito sobrejacente distinto está incluído nas Formações Água Branca - Serra

C.P.R.M.

FIGURA 7.1 SECÇÃO GEOLÓGICA GENERALIZADA DO GRUPO JACOBINA

Rio Itapicuru, Jacobina, Bahia

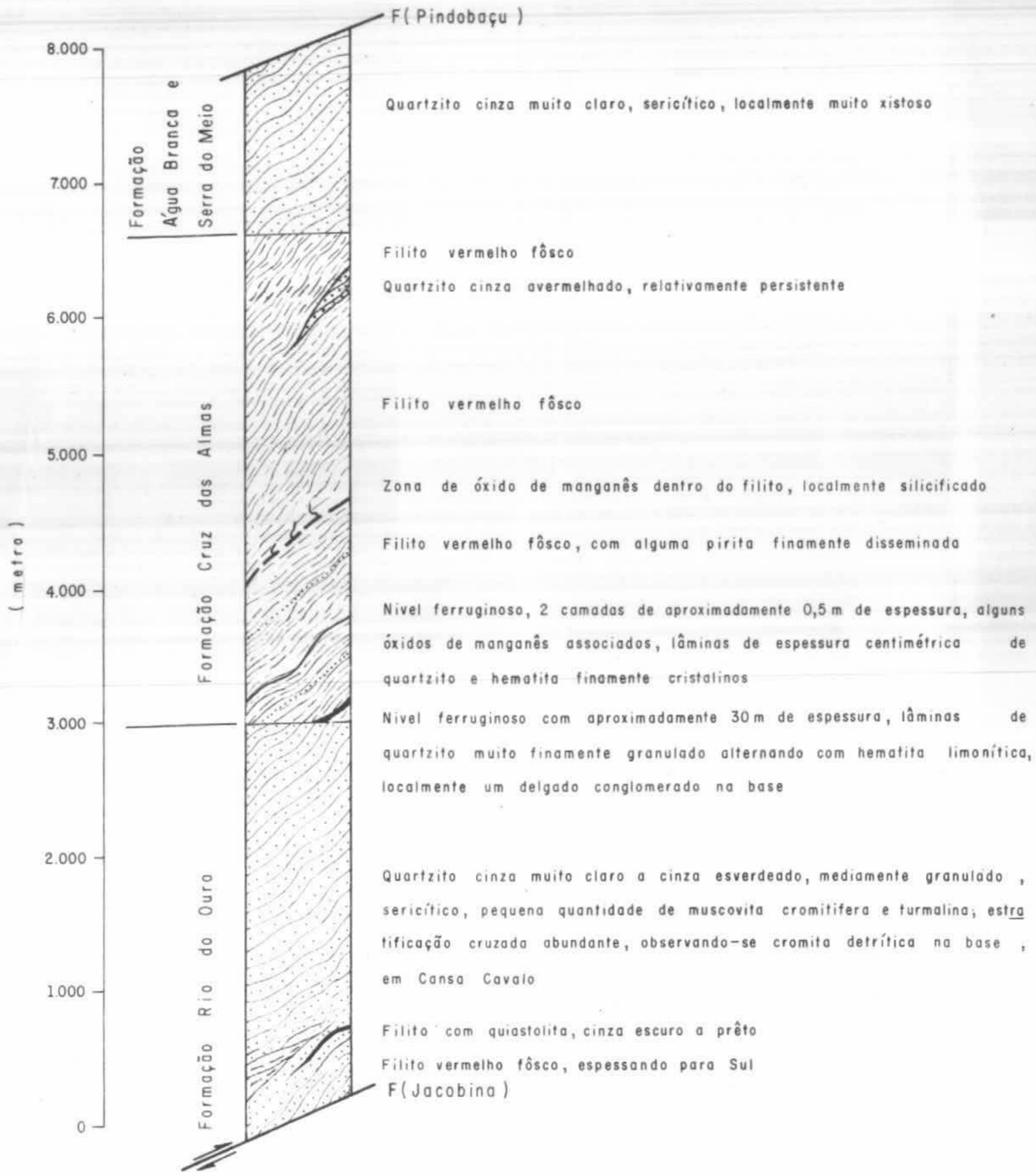


Des.

C.P.R.M.

FIGURA 7.2 SECÇÃO GEOLÓGICA DO GRUPO JACOBINA

Rio Água Branca, Campo Formoso, Bahia
(Direção N20-40° E, mergulho 45-60° SE)



Des.

do Meio indiferenciadas. Deste modo a Formação Serra do Meio teria apenas condição de membro, como uma língua de quartzito na Formação Cruz das Almas, e a Formação Água Branca incluiria o quartzito sericítico sobrejacente distinto, que tem pelo menos 1.400 metros de espessura.

Formação Rio do Ouro

Quartzitos e, em menor quantidade, filitos intercalados, compõem as rochas mais velhas do Grupo Jacobina na região de Campo Formoso, e têm uma espessura agregada de aproximadamente 3.000 metros. Quartzitos conglomeráticos espessos, mais antigos, da Formação Serra do Córrego, estão ausentes na quadrícula mapeada.

Os quartzitos são de cor cinza muito claro a esverdeado, maciços a finamente estratificados, apresentando estratificação cruzada, mediamente granulados e contêm, localmente, quantidades moderadas de sericita e muscovita cromífera. O conjunto de minerais pesados inclue ocorrências locais de cromita detrítica e turmalina verde, bem como, zircão arredondado.

Observam-se intercalações de filito vermelho fosco ao longo do Rio Capivara e de uma linha que se estende através das Fazendas Lagoa do Moura e Lagoa Grande até Angico. Esses filitos não são fatias falhadas da Formação Cruz das Almas mas representam intervalos de mudança para deposição pelítica. Em alguns lugares, existem intercalações finas, descontí-

nuas, de filito cinza escuro e filitos que contêm proeminentes porfiroblastos de andaluzita, variedade quiastolita.

A presença de cromita detrítica no quartzito, perto da área de Brejo Grande e Cansa Cavalo, indica que um intervalo de apreciável erosão removeu uma grande parte do corpo ultramáfico antes da deposição dos sedimentos do Grupo Jacobina. Os grãos de cromita são ligeiramente arredondados e mostram uma concentração ao longo de certas laminações. Os grãos de quartzo associados são claramente do primeiro ciclo, mas mostram forte extinção ondulante.

A turmalina verde está também concentrada em níveis laminares no quartzito, estando estreitamente associada com o quartzito cromífero, perto de Brejo Grande. A turmalina ocorre como agregados em forma circular, e não mostra evidências de ser de origem detrítica. Ela é posterior à cromita detrítica, como é mostrado pela deformação do crescimento das lâminas adjacentes, pela própria turmalina. A turmalina verde provavelmente foi precipitada por soluções termais que carregavam traços de cromo.

Várias interpretações para a presença de muscovita cromífera verde no quartzito têm sido apresentadas. G. W. Leo, H. J. Rose e J. J. Warr (1965) depois de considerarem as evidências disponíveis, sugeriram que a cromita detrítica original e, ou o cromo hidrotermalmente introduzido, contribuiram para a formação da muscovita cromífera. Eles acreditavam que as falhas maiores criaram canais para as soluções

termais, durante um extenso período de metamorfismo. É provável, em vista da presença de cromita detrítica no quartzito, que águas subterrâneas termalmente aquecidas tenham retirado o cromo da cromita e o tenham reprecipitado como muscovita cromífera, no caso de haver sericita disponível ou argila pré-existente. A turmalina verde é provavelmente relacionada a este mesmo ciclo termal, embora soluções termais de um granito magmático posterior pudessem também ser responsáveis.

Formação Cruz das Almas

Das litologias que constituem a Formação Cruz das Almas, compreendendo filitos, finas intercalações de quartzito, níveis ferruginosos, clorita xistos e filitos manganíferos, tem-se uma predominância dos filitos. A formação está exposta ao longo de ambos os flancos do anticlinal, mas a seção está mais completa e menos falhada no lado leste da Serra de Jacobina, ao longo do Rio Água Branca, entre Campo Formoso e Antônio Gonçalves. A expressão topográfica facilita o mapeamento desta formação, com o filito erodido para pequenas colinas arredondadas ou vales alongados entre camadas mais resistentes de quartzito.

Uma descrição gráfica da Formação Cruz das Almas revela que a sua base está colocada no contato de um delgado conglomerado, na base de um nível ferruginoso. Este nível possui cerca de 30 metros de espessura e consiste de quartzito muito finamente granulado e lâminas de hematita mostrando uma estratificação rítmica. O quartzito fino provavelmente repre-

senta um "chert" recristalizado; uma textura relíquia fibrosa radiada, delineada pela hematita muito fina, pode ser observada em lâmina delgada. Este horizonte ferruginoso está recoberto por aproximadamente 800 metros de filito vermelho fosco, com finas intercalações de quartzito. No topo desta unidade de filito, observam-se dois finos níveis ferruginosos associados com filito preto avermelhado e ligeiramente piritoso, dentro de um intervalo de 3 metros. Aproximadamente 2.500 metros de filito avermelhado cobrem estes horizontes superiores ferruginosos e, são comuns, localmente, filitos manganíferos escuros. Uma camada de quartzito relativamente persistente, com cerca de 200 metros de espessura, cobre o filito e constitue a espinha dorsal da Serra de Lajinha, na vizinhança de Antônio Gonçalves e é por sua vez recoberta por 300 metros de filito vermelho, muito pobremente exposto.

O contato com as Formações Água Branca e Serra do Meio sobrejacentes, indiferenciadas, é pouco visível, mas a mudança litológica do filito para o quartzito é pronunciada.

Formações Indiferenciadas Água Branca e Serra do Meio

Na área mapeada, estas formações não diferenciadas são constituídas por quartzitos sericíticos com muitas estratificações cruzadas, que afloram ao longo do lado leste da Serra de Jacobina, de Antônio Gonçalves a Pindobaçu. Os quartzitos são de cor cinza muito claro, finamente estratificados, e são localmente tránsicionais para quartzo-sericita xisto.

Estas rochas, na quadrícula estudada, estão em contato com o Grupo Caraíba através da Falha de Pindobaçu e, devido a falhamentos, sua espessura total não é conhecida, estimando-se a parte existente em aproximadamente 950 metros.

ROCHAS INTRUSIVAS

Diques de Metadiabásio

Delgados corpos alongados de anfibolito cortam as rochas serpentiníticas na Mina de Cascabulhos e, foram observados cortando também filitos e quartzitos do Grupo Jacobina. Esses corpos em forma de diques contêm hornblenda, em vez de actinolita, e possuem uma textura diabásica. Também não apresentam o conjunto mineral acessório característico, formado por pirita e pirrotita. Foram efetuados poucos estudos do anfibolito ou metadiabásio, e a origem desses corpos em forma de diques é incerta.

Granito de Carnaíba

O granito de Carnaíba é um corpo em forma de "stock" que aflora ao longo do eixo desnudado do anticlinal perto da Vila de Carnaíba, e está introduzido em migmatitos Pré-Minas, serpentinitos, e quartzitos do Grupo Jacobina. O "stock" mede aproximadamente 8 por 6 quilômetros em afloramentos, e foi, provavelmente, introduzido durante um segundo período de dobramento ou arqueamento do anticlinal. A erosão do eixo do anticlinal foi possivelmente facilitada pelas numerosas falhas que resultaram desse período.

O granito é cinza muito claro, mediamente granulado, hipidiomórfico, e apresenta localmente abundantes pegmatitos portadores de berilo, com direção nordeste. Septos de serpentinito dentro do granito estão alinhados na direção noroeste e, provavelmente, representam resíduos "refratários" deixados pela intrusão. O granito difere daquele existente em Campo Formoso, porém tem composição semelhante aos corpos de granito que cortam os quartzitos do Grupo Jacobina, perto de Estiva, Carrapichel e Socotó, fora da área mapeada. As percentagens modais aproximadas do granito são: microclina 60, albita 15, quartzo 23, muscovita e biotita 2.

Um xenólito de quartzito foi observado perto da Fazenda Jatobá e, numerosos pegmatitos, que são cogenéticos com o granito, foram vistos cortando o quartzito do Grupo Jacobina. Há clara evidência de que o granito é de idade post-Minas.

Granito de Campo Formoso

Um "Stock" de granito, medindo aproximadamente 32 por 24 quilômetros, está parcialmente exposto ao longo do lado norte da folha de Campo Formoso e na área dos afloramentos de metaperidotito. O granito é cinza muito claro, moderadamente foliado, de granulação média a grosseira e contém duas micas - uma muscovita grosseira de 3 a 15 milímetros de diâmetro e finos agregados de biotita medindo 1 a 3 milímetros. São observados pegmatitos, tanto em pequenos corpos irregulares, como em forma de diques, que sugerem um magma relativamente aquoso.

Em lâmina delgada, a textura é hipidiomórfica granular e as percentagens modais aproximadas são as seguintes: microclina anedral a subhedral 40, albita 25, quartzo 30, muscovita 4 e biotita 1; a apatita aparece como mineral acessório.

A origem do granito tem sido ultimamente muito discutida, quando se procura definir as relações de contato do mesmo com a metaultramáfica. Em relatórios anteriores, considerou-se o granito mais velho do que o serpentinito, em virtude da ausência de diques ou apófises de granito invadindo a segunda rocha. A falta de xenólitos de metaultramáfica no granito e a suposição de que o contato com esta rocha fosse intrusivo, sugeria para o granito uma idade mais antiga em relação à metaultramáfica.

Evidências encontradas dentro e fora da quadrícula mapeada, vieram modificar a hipótese anteriormente admitida. Na área de Gameleira, a cerca de 2.300 metros na direção sudoeste de Campo Formoso, constatou-se a presença de xenólitos de quartzito verde dentro do granito.

Ao norte da cidade de Senhor do Bonfim, no flanco oriental da Serra de Jacobina e perto da Vila de Estiva, pode-se observar xenólitos de quartzito verde no granito que margeia a serra e admitido, por Griffon e Mascarenhas, como sendo o granito de Campo Formoso. No flanco ocidental, próximo da Vila de Socotó, observa-se que o granito invade o Quartzito Rio do Ouro formando apófises.

Estes fatos demonstram portanto, que o granito de Campo Formoso é mais novo do que a metaultramáfica. Tem-se alguma dúvida sobre a identidade reconhecida por Griffon e Mascarenhas quanto ao granito de Estiva e o granito de Campo Formoso, devido a diferenças notadas na petrografia do primeiro, que não apresenta a muscovita grosseira e placas de biotita que caracterizam o segundo.

A foliação do granito é suavemente arqueada e aproximadamente paralela aos contatos do gnaisse, metaultramáfica e quartzito. Esta foliação é bem acentuada nas bordas do corpo granítico.

Da Mina de Campinhos para a Mina de Coitizeiros, a foliação no granito tem direção este-oeste para N75°E, com mergulho de 35 a 45° para sul; esta foliação é aproximadamente paralela ao contato da metaultramáfica. Na área de Gameleira, a foliação tem direção N70°E e mergulha 75° para sul, sendo também paralela ao contato do serpentinito com o granito, porém, apresenta-se muito mais abrupta do que os mergulhos de acamamento dentro do serpentinito, nas proximidades da Vila de Limoeiro.

O arqueamento da Serra de Jacobina que se verifica a partir de Campo Formoso e Senhor do Bonfim, foi por diversos autores atribuido a colocação e intrusão do granito. Estudos realizados por Mascarenhas na área norte da serra, levaram o mesmo a admitir (comunicação oral) que o arqueamento é devido a um esforço de compressão de direção aproximadamente NW-SE, que possibilitou a ascenção do granito.

7.1.2 PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR AO EOCAMBRIANO

GRUPO CHAPADA DIAMANTINA (?)

Formação Morro do Chapéu(?)

Os quartzitos da Formação Morro do Chapéu(?) ocorrem ao longo da margem oeste superior da quadrícula estudada, nas proximidades das Fazendas Lagoa do Mato e Malva, situando-se sob os siltitos da Formação Bebedouro e repousando em discordância angular sobre o gnaisse Pré-cambriano mais antigo. O contato superior é erosional e, é evidente que a maior parte da formação foi removida por erosão antes da deposição dos siltitos sobrejacentes. Dentro da quadrícula, a formação varia de 0 a 20 metros de espessura, sendo que, em alguns lugares, apenas restou um cascalho de quartzito cinza.

O quartzito é cinza médio, finamente estratificado, moderadamente foliado, altamente recristalizado, e contém bastante anfibólio-grunerita(?). Os grãos de quartzo são alongados, apresentando efeitos de esforços e têm contatos altamente suturados. O quartzo é livre de inclusões e, provavelmente, representa um primeiro ciclo de deposição. O teor de grunerita(?) é variável e mostra pequenissimas segregações em camadas distintas.

O relatório da primeira fase do Projeto Bahia coloca estes metarenitos como pertencentes à unidade basal do Grupo Bambui. Mascarenhas (comunicado oral) afirma ser controvertida a situação estratigráfica destas rochas, levantando a possibilidade de perten-

cerem à Formação Tombador. Devido à pobreza dos afloramentos, torna-se dificil melhor situar estes quartzitos.

GRUPO BAMBUÍ

Os sedimentos não metamorfisados do Grupo Bambuí podem ser divididos em duas formações: Formação Sete Lagoas e Formação Bebedouro. Estas formações estão pobremente expostas ao longo do limite oeste da quadrícula, onde elas delimitam a margem leste da Bacia do Rio Salitre. O Grupo Bambuí é considerado, neste relatório, do Pré-cambriano Superior ao Eocambriano, apesar de haver divergências sobre esta colocação (R. Lewis, 1968, relatório inédito, considera o grupo do Cambriano Inferior).

Formação Bebedouro

A Formação Bebedouro é constituída por siltitos de cor vermelho-pálido a vermelho-púrpura, e arenitos de granulação fina. Um conglomerado basal constituído por fragmentos angulares grosseiros de quartzito verde Jacobina e quartzito cinza Morro do Chapéu está comumente presente, embora muito pobremente exposto. Na maioria dos casos, um cascalho de quartzito cobre o solo próximo do contato. Um intervalo de considerável erosão precedeu a deposição do siltito e, localmente, depósitos de fanglomerados foram incorporados à parte basal da formação. Embora a Formação Bebedouro esteja pobremente exposta, uma espessura mínima de cerca de 10 metros parece provável.

Formação Sete Lagoas

O calcário da Formação Sete Lagoas é cinza claro, laminado a muito finamente estratificado, afanítico a finamente granulado, não fossilífero, e contém, localmente, nódulos de "chert" de cor cinza claro a creme, com mais de 15 centímetros de diâmetro. Em locais onde o intemperismo foi intenso, os nódulos resistentes de "chert" cobrem o solo laterítico. O calcário laminado parece ter sofrido intensa deformação antes da litificação. São comuns dobras de interferência e microestruturas desarmônicas. Não aparece na quadrícula uma seção completa do Calcário Sete Lagoas, sendo a sua espessura mínima calculada em 30 metros.

7.1.3 DEPÓSITOS SUPERFICIAIS QUATERNÁRIOS

A descrição dos depósitos quaternários está orientada, neste relatório, pelo aspecto econômico, sendo aplicável apenas à base da Serra de Jacobina perto de Campo Formoso, não sendo necessariamente verdadeira para outras partes da região. Na vizinhança das Minas de Campinhos, Pedrinhas, Coitizeiros e Limoeiro, o coluvião ao longo da meia encosta chega a atingir dez metros de espessura. A parte superior deste coluvião compreende um solo arenoso, marron claro a marron avermelhado, com espessura média de 1 a 3 metros. A parte inferior é constituída por uma zona seixosa com espessura média de 4 metros, consistindo de grandes a médios fragmentos angulares de quartzito e cromitito. Em áreas de acentuado desli-

zamento de solo e ao longo do contato do serpentinito intemperizado com o coluvião, as camadas de cromitito maciço estão fraturadas e desmoronadas, podendo apresentar mergulhos invertidos.

Argilas garnieríticas estão comumente concentradas ao longo do contato da zona seixosa com as rochas serpentiníticas altamente intemperizadas. Localmente, esta argila é observada ao longo de falhas ou nas fraturas existentes nas camadas de cromitito maciço. A argila garnierítica também envolve preferencialmente grãos individuais de cromita, nas camadas em que a cromita aparece com textura em rede. A garnierita, de cor verde fosca, é raramente pura e os padrões de raios X deram uma comparação pobre com amostras-padrão provenientes da Nova Caledônia. Análises químicas de duas amostras de argila garnierítica (Pe-A-70 e Pe-B-70, Tabela 8.2) mostraram altos valores normativos para quartzo (49,4 e 52,0 por cento) e corindon (16,0 e 17,5 por cento), bem como, altos valores para hematita normativa. Análises espectrográficas semiquantitativas dessas amostras (Tabela 8.1) mostraram a presença de 1,5 por cento de níquel. Garnierita pura contém cerca de 15 por cento deste elemento, o que sugere a presença de impurezas na forma de argila. A presença de traços de La, Y e Yb sugere que as terras raras não são móveis sob intemperismo intenso e mostram um apreciável enriquecimento na zona intemperizada.

7.2 TECTÔNICA

Os 8.000 metros, aproximadamente, de quartzitos e filitos que formam o Grupo Jacobina e a Serra de Jacobina, estão dobrados num anticlinal de direção N40°E e mergulho de 35 a 45° para N40°E. O flanco oeste do anticlinal está localmente revirado e encurvado, da Lagoa do Moura até a Falha de Limoeiro. Como uma consequência desse dobramento cruzado, a frente da serra tem direção leste a N70°E, das proximidades da Mina de Campinhos até Campo Formoso. Aparentemente, as rochas serpentínicas ao longo dessa linha de direção divergente facilitaram o encurvamento e agiram como lubrificante para o esforço de empurrão. Perto de Campo Formoso e ao norte, o lado oeste do anticlinal está ausente, pois foi falhado e removido por erosão subsequente. O lado leste do anticlinal não está revirado, como se vê pela sequência estratigráfica normal e pela clivagem de fratura dentro do filito. Entretanto, ao sul, perto da Cidade de Saúde e nas proximidades de Jacobina, fora da quadrícula, o reviramento dos quartzitos ao longo do lado leste é uma característica um tanto comum.

A margem leste da serra está limitada por uma falha normal com direção N35°E e mergulho de cerca de 80° para oeste-noroeste. Esta falha é denominada Falha de Pindobaçu, embora sua continuação para sul possa ser a Falha de Itaitu, na área de Jacobina. A longo da falha, quartzitos sericíticos das Formações indiferenciadas Água Branca e Serra do Meio estão em contato com quartzo-microclina-biotita-muscovita gnaisse mais antigo e com migmatitos de idade Pré-Minas. Esta falha normal está pobremente exposta, sendo sua presença evidenciada pela alteração do gnaisse próximo à Fazenda do Ingá e veios de quartzo ao longo do

seu contato. Migmatização do gnaisse e metamorfismo da parte superior do facies do anfibolito contrastam grandemente com o grau de metamorfismo mais baixo do Grupo Jacobina, fornecendo uma evidência suplementar de um limite de falha. Ao sul, fora da quadrícula, na área de Saúde, a Falha de Pindobaçu está presente logo a oeste da cidade, e a direção norte dos quartzitos do Grupo Jacobina diverge da direção N20-30°E dos quartzitos intercalados no gnaisse Pré-Minas, que formam a Serra de Cantagalo.

A falha de empurrão ao longo da margem oeste e noroeste da serra é chamada Falha de Jacobina. Este empurrão está, comumente, localizado ao longo de rochas incompetentes, tais como filito, clorita xisto e serpentinito. Em alguns lugares, como se pode observar na parte norte da serra, fora da quadrícula mapeada, quartzitos competentes foram empurrados sobre granitos igualmente competentes. O empurrão está localmente imbricado, enquanto perto do Riacho da Lagoa Grande, os filitos estão empurrados sobre o gnaisse quartzo-feldspático e o quartzito sobre os filitos. Perto da exploração de esmeraldas de Carnaíba, os quartzitos foram empurrados sobre o serpentinito e, apenas, brechas podem ser observadas ao longo do contato da falha suavemente inclinado. Normalmente, o contato da falha de empurrão está menos exposto, mais fortemente inclinado e com maior deslocamento.

O granito de Carnaíba, mais jovem do que os sedimentos do Grupo Jacobina, foi introduzido no eixo do anticlinal e, provavelmente, causou algum arqueamento, como indicam as numerosas falhas na vizinhança de Carnaíba. Algumas dessas falhas são, possivelmente, velhas falhas reativadas, observando-se perto de Angico, ao longo do Ria-

cho da Madalena, que o granito foi introduzido ao longo de uma falha mais antiga. Os efeitos do arqueamento são mais visíveis ao longo do Rio da Capivara, onde uma flexura arqueada de mergulho relativamente baixo está superposta a um padrão de dobra mais antigo, de mergulho mais abrupto e de direção N30°E.

Uma das maiores falhas da região é a Falha de Limoeiro, que tem direção N45°W através da Serra de Jacobina. Esta falha apresenta um deslocamento horizontal de cerca de 500 metros no sentido lateral para a direita, e provavelmente se desenvolveu reagindo ao esforço de dobramento cruzado perto desta parte do anticlinal. Esta falha não desloca a Falha de Pindobaçu, sendo portanto mais antiga.

Ao longo das partes superiores da serra existem camadas de quartzito de mergulhos suaves, que se estendem na direção sul, desde a Fazenda Brumado, através da Serra de Santa Cruz. Griffon (1964) colocou esses quartzitos na Formação Serra da Paciência, mas uma nova visita a uns poucos afloramentos críticos sugeriu que eles são blocos de falha da Formação Rio do Ouro suavemente inclinados. Ao longo das direções do flexionamento do anticlinal, os quartzitos competentes foram falhados em vez de dobrados e quartzitos ingrememente inclinados deram lugar, abruptamente, a blocos de falha com mergulhos de 20° para leste. Mascarenhas (Relatório da 1a. fase do Projeto Bahia) discorda desta interpretação, preferindo situar estes quartzitos na Formação Serra da Paciência.

7.3 HISTÓRIA GEOLÓGICA

Thayer (1970) pesquisando a faixa ultramáfica de Campo Formoso, observou que a regularidade aparente do contato basal sugere que ela foi magmaticamente introduzida através dos gnaisses subjacentes, concluindo que os serpentinitos cromitíferos constituem apenas a parte inferior de um complexo que pode ter tido vários milhares de metros de espessura. A parte superior, desaparecida, poderia ter sido ceifada por falhamento ou ter sido erodida. A presença de cromita detrítica no quartzito, indicando um período de erosão considerável antes dos sedimentos do Grupo Jacobina terem se depositado inconformemente, confirma a segunda hipótese de Thayer.

Leo, Cox e Penna Carvalho (1964) estudando a parte sul da Serra de Jacobina, esboçaram a seguinte história geológica:

1. Deposição de 10.000 ou mais metros de arenito, folhelho e conglomerado sobre um terreno gnaissico intemperizado durante parte da Era Pré-Cambriana; estes sedimentos foram retrabalhados e depositados em um ambiente marinho raso;

2. Fase de dobramento e falhamento;

3. Soterramento profundo dos sedimentos acumulados;

4. Orogenia intensa, resultando no metamorfismo dinamotermal do Grupo Jacobina e formação da Falha de Jacobina;

5. Levantamento contínuo da cadeia e compressão posterior na direção NW-SE;

6. Movimento epirogênico durante o restante do período Pré-cambriano, resultando em levantamento da região inteira; remoção pela erosão de grande parte das rochas depositadas no tempo Jacobiniano;

7. Rochas Pré-cambrianas superiores ou Paleozóicas (arenito Tombador, etc.) poderiam ter coberto a região durante a maior parte do tempo geológico restante. Estas rochas teriam sido erodidas, e o relêvo atual, formado em um período relativamente recente.

Xenólitos de quartzito verde encontrados nos granitos de Carnaíba e de Campo Formoso, assim como, diques de metadiabásio cortando filitos e quartzitos, indicam que estas rochas intrusivas foram colocadas num tempo pós-Jacobina.

A erosão regressiva da Serra de Jacobina provocou a deposição do coluvião, ao longo da sua meia encosta, em tempos recentes.

8. GEOLOGIA DA ULTRAMÁFICA E DOS DEPÓSITOS DE CROMITA PRÓXIMOS DE CAMPO FORMOSO - BAHIA

Os depósitos de cromita ocorrem numa massa de serpentinito grosseiramente arqueada, de 15 a 20 quilômetros de comprimento, ao longo do lado noroeste da Serra de Jacobina, próximos da Cidade de Campo Formoso. A cerca de um terço da distância desde a extremidade sudoeste, o complexo muda de direção NE para aproximadamente E-W.

A intensidade da erosão e dos falhamentos atingiu a um ponto tal, que a faixa metaultramáfica apresenta-se em alguns locais estrangulada, chegando por vezes a desaparecer por completo. Embora o mapa geológico na escala 1:10.000 mostre esta faixa contínua, os dados do levantamento magnetométrico forneceram resultados que indicam a descontinuidade da faixa em alguns pontos.

As camadas de cromitito na área de Campo Formoso apresentam as seguintes características: 1) boa seleção dos grãos de cromita; 2) natureza estratiforme das camadas; 3) susceptibilidade magnética das camadas relativamente alta; 4) zoneamento dos grãos individuais de cromita; 5) intenso deslocamento e falhamento do cromitito e rochas encaixantes; 6) estreita associação de Kammererita (Stichtita?) com a cromita.

8.1 Serpentinização

Uma amostra de clorita-serpentina-talco xisto de cor cinza esverdeada clara, apresentando grãos de cromita e magnetita disseminados, foi química e espectrograficamen-

te analisada (Tabelas 8.1 e 8.2). Esta amostra foi coletada na base de uma trincheira da Mina de Cascabulhos e parecia ligeiramente intemperizada. Os resultados analíticos e os valores normativos calculados indicam que a rocha original era um peridotito, com cerca de 52 por cento de enstatita, 36 por cento de forsterita e 7 por cento de cromita e magnetita disseminadas. A presença de 4 por cento de corindon normativo sugere que piroxênios aluminosos estavam presentes na rocha original e que depois do metamorfismo, o Al^{+3} penetrou principalmente na estrutura da clorita. Em outras amostras, o Al^{+3} está fixo na actinolita, e algumas camadas de actinolita gnaisse e anfibolito provavelmente representam camadas originais de piroxenito dentro do peridotito estratiforme. O teor muito baixo de CaO, menos de 0,19 por cento em todas as amostras analisadas, indica que o diopsídio não estava presente. Infelizmente não temos dados analíticos para o actinolita gnaisse e, assim sendo, nenhuma sugestão para a mineralogia do piroxênio.

Na presença de H_2O e CO_2, a temperaturas relativamente baixas, o peridotito é prontamente metamorfisado para o conjunto de serpentina, talco, clorita e carbonatos. Forsterita e os piroxênios ricos em enstatita são metamorfisados para os minerais do grupo da serpentina, talco e carbonatos magnesianos, enquanto os piroxênios ligeiramente aluminosos, tais como augita, são metamorfisados para clorita e tremolita ou actinolita. Com pequenas adições ou perdas de sílica, CaO e MgO, os minerais metamórficos magnesianos podem sofrer posteriores estágios de metamorfismo; por exemplo, na presença de CaO e CO_2, antigorita pode reagir para formar talco e dolomita; antigorita na presença de sílica pode reagir para formar talco. O ferro liberado no metamorfismo de olivi-

nas magnesianas ou piroxênios, não pode ser prontamente incorporado na estrutura dos minerais de serpentina, sendo fixado como magnetita em veios e disseminações de granulação fina. Se a rocha original for um piroxenito, o ferro entrará na estrutura da actinolita ou da clorita. Essas várias reações metamórficas podem ser expressas do seguinte modo:

(Forsterita) (Enstatita) (Serpentina)

$$Mg_2\ SiO_4 + Mg\ SiO_3 + 2H_2O \longrightarrow Mg_3\ Si_2O_5(OH)_4$$

(Forsterita) (Introduzida)

$$3\ Mg_2\ SiO_4 + 4\ H_2O + SiO_2 \longrightarrow 2\ Mg_3\ Si_2O_5(OH)_4$$

Resumindo, a sequência paragenética do conjunto de minerais metamórficos, do primeiro para o último, é a seguinte: antigorita, actinolita, biotita e tremolita-kammererita (stichtita?)-talco e crisotila-carbonatos. Esta sequência sugere que o peridotito foi metamorfisado para antigorita e o piroxenito para actinolita, clorita e biotita. Reações do estágio final envolveram a remobilização de cromo e alumínio para formar kammererita (stichtita?), e sílica e CO_2 para formar talco e carbonatos.

8.2 Estratigrafia e Litologia da Metaultramáfica

O metamorfismo e tectonismo a que foram submetidas as rochas ultramáficas remanescentes do complexo estratificado, mascararam e dificultaram a elaboração de uma estratigrafia. Os níveis litológicos não são bem dife-

renciados, sendo muitas vezes interdigitados. Evidências de oscilações e repetições de camada podem ser observadas.

Na Mina de Coitizeiros, onde a programação de sondagem da CPRM foi mais desenvolvida, de um modo bem geral, pode-se admitir uma sequência com algumas alternâncias de níveis de serpentinito que mais comumente se repetem. Do topo para a base, até uma profundidade de aproximadamente 230 metros, a sequência é formada por serpentina-clorita-carbonato-talco xisto, tremolita-actinolita serpentinito e actinolita gnaisse. Na zona de contato da metaultramáfica com o granito de Campo Formoso, ocorre uma faixa de transição com predominância de quartzo-plagioclásio-hornblenda gnaisse apresentando disseminações de sulfêtos. Nesta zona de transição, em profundidade, verifica-se um alargamento, com algumas rochas piroxênicas intercaladas.

Os minerais do grupo da serpentina exibem texturas em malha, quando observados em lâmina delgada, e têm birrefringência muito baixa ($N = 1,565 \pm 0,005$). A crisotila está disposta em fibras incolores, enquanto a antigorita apresenta-se em placas lamelares de cor amarela-esverdeada.

Na vizinhança da Mina de Cascabulhos e ao sul, perto do Morro Maria Eugênia, menores quantidades de clorita e tremolita estão intercrescidas com minerais do grupo da serpentina. A rocha é comumente cinza esverdeada clara, com pintas marrons que são atribuídas à oxidação de carbonato e magnetita. Na Mina 28, agulhas fibrosas de tremolita estão intercrescidas com antigorita e talco,

possuindo até um centímetro de comprimento. Carbonatos não são abundantes, mas quando presentes estão sob a forma de agregados grumosos envolvendo grãos disseminados de cromita ou magnetita. Alguma calcita ocorre nesta área preenchendo veios.

Talco xisto é mais comum ao longo das zonas de cizalhamento, onde ele substitue o serpentinito parcial ou inteiramente. O talco ocorre também em pequenos corpos alongados, próximos às camadas de cromitito falhadas e cizalhadas da Mina de Cascabulhos. Em lâmina delgada, o talco está intercrescido com antigorita para formar uma parte da textura em malha, mas também está presente como películas marginais em torno dos grãos de cromita.

Grãos de cromita disseminados muitas vezes estão envolvidos por um fino zoneamento de cor lilás pálido, identificado por Thayer (1970) como sendo kammererita, que resultou da reação da cromita com silicatos residuais em solução. Análises realizadas pelo laboratório de mineralogia da CPRM no Rio de Janeiro, revelaram ser o mineral stichtita, um carbonato de magnésio e cromo de fórmula $Mg_6\ Cr_2\ (OH)_{16}\ CO_3 \cdot 4\ H_2O$, hexagonal, com clivagem basal perfeita conferindo-lhe um aspecto micáceo e que parece se formar diretamente a partir da cromita.

Actinolita gnaisse e anfibolito foram atravessados pela sondagem em várias localidades e a origem destas rochas é um tanto duvidosa. No furo 1CF-1-BA, na Mina de Pedrinhas, foram atravessadas duas camadas de anfibolito; a camada superior possuia 42 metros de espessura e a inferior cerca de 11 metros. Os testemunhos revelam uma gradação do actinolita gnaisse para o anfibolito, e mais

comumente, as rochas ricas em actinolita estão em contato de falha com talco xisto ou serpentinito. Provavelmente estas rochas actinolíticas representam camadas de metapiroxenito que foram falhadas em contato com metaperidotitos cromitíferos. O actinolita gnaisse é finamente granulado e os grãos prismáticos de actinolita mostram uma orientação preferencial paralela ao acamadamento. Menores quantidades de pirita e pirrotita acessórias, estão presentes como preenchimento de fraturas e disseminações intersticiais. O actinolita gnaisse é gradacional para o anfibolito que contém 20 a 30 por cento de andesina sódica (An_{38-42}), 60 por cento de actinolita e cerca de 5 por cento de quartzo secundário. Localmente, a biotita está intercrescida com actinolita e com actinolita cloritizada.

8.3 Modos de Ocorrência da Cromita

Incluidas no termo cromitito estão todas as rochas cromitíferas que contenham 50 por cento ou mais de cromita. Esta definição elimina todas as rochas cromitíferas de textura em rêde, mas inclue a maioria dos cromititos maciços e de textura oclusa. Lâminas silicáticas e de cromita, de cerca de 1 centímetro de espessura, ritmicamente estratificadas, estão incluídas no termo cromita bandeada e, são geralmente economicamente exploráveis quando o intemperismo foi intenso o bastante para produzir minério friável. Muito comumente, camadas de cromitito maciço passam gradativamente, no sentido ascendente, para cromita de textura oclusa e daí a cromita bandeada ou de textura em rêde.

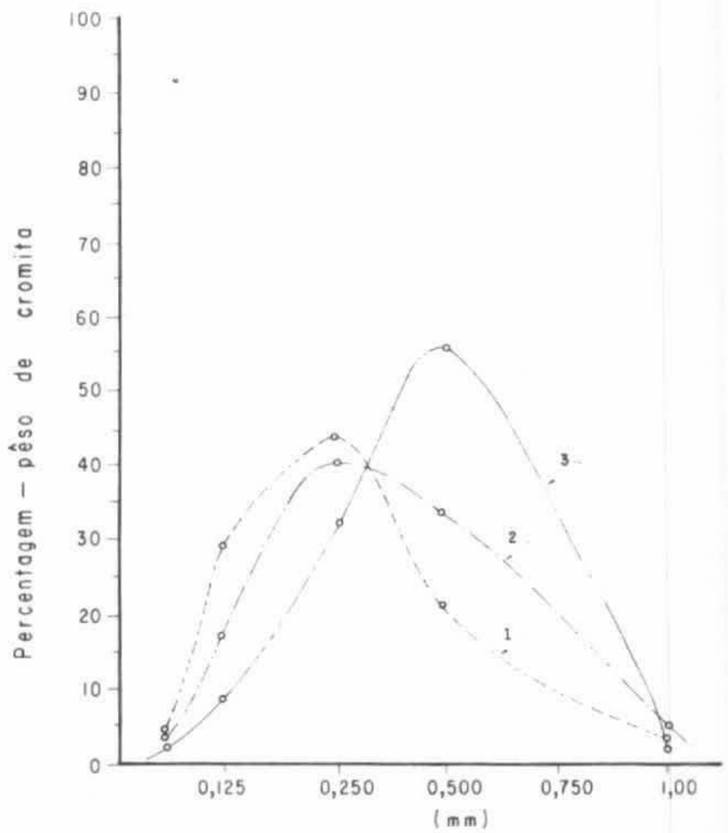
Cromitito maciço é caracterizado por 80 a 90 por cento de octaedros de cromita, firmemente empacotados, com 10 a 20 por cento de antigorita, talco e clorita intersticiais. Os silicatos formam finas auréolas em torno dos grãos individuais de cromita, sendo mais comum, talco com birrefringência mais alta ou clorita, em vez de antigorita. O cromitito maciço é normalmente de grau metalúrgico, com razão Cr/Fe variando geralmente na faixa de 2,0 a 2,5. As camadas de cromitito maciço têm uma densidade de cerca de 3,80g/cm^3.

O cromitito de textura oclusa é caracterizado por grãos de cromita de granulação uniforme, firmemente empacotados, e grumos de antigorita-talco-clorita espalhados ou alinhados ao redor, e que têm mais de 1 centímetro de diâmetro. Esses agregados grumosos de silicatos representam pseudomorfos de cristais de olivina ou piroxênio que ficaram presos durante a precipitação magmática. O alinhamento e mergulho desses silicatos oclusos fornecem evidências do grau de inclinação ou de deformação das camadas de cromitito originais. A cromita de textura em rêde consiste de antigorita-talco-clorita pseudomorfos após piroxênio e, ou olivina, e grãos intersticiais de cromita. O teor de cromita varia de 5 a 40 por cento. Os pseudomorfos de silicatos têm de 1 a 5 milímetros de diâmetro e são geralmente menores do que aqueles na rocha de textura oclusa. Os grãos de cromita intersticial podem estar em contato uns com os outros, mas geralmente as cadeias ou rêdes são descontínuas. Cromita de textura em rêde altamente intemperizada constitue um grande volume do minério friável da Mina de Pedrinhas.

Zonas portadoras de cromita bandeada têm até 7 metros de espessura nas Minas de Campinhos e Pedrinhas. A zona bandeada comumente sobrepõe-se a camadas de cromitito maciço de 1,4 a 1,8 metros de espessura, ou a elas está intercalada. Foram contadas, no intervalo de 1 metro, cerca de 110 lâminas separadas ricas em cromita. Essa precipitação ritmica é indicativa de condições tranquilas, estáveis na câmara magmática.

Os grãos de cromita são octaedrais porém mostram comumente arredondamento e desgastes marginais, parcialmente atribuíveis à ressorção marginal durante o metamorfismo e, em parte, à substituição por magnetita na zona intemperizada. Uma análise do tamanho dos grãos desagregados de cromita indicou que a maioria deles varia de 0,250 a 0,500 milímetros de diâmetro (Figura 8.1). Esta uniformidade de tamanho é uma característica de todos os tipos texturais de cromita e, em algumas das camadas de cromitito mais maciças, a compactação dos grãos individuais de cromita sugere algum crescimento magmático final a partir do magma confinado.

A maioria dos grãos de cromita mostra algum zoneamento, com núcleos marron-avermelhados e capas marginais opacas ou zonas exteriores. Esse zoneamento é provavelmente um efeito magmático original, mas é dificil separar o efeito de ressorção metamórfica e a transferência de cromo e alumínio da capa exterior do grão de cromita para a serpentina adjacente, para formar kammererita (stichtita?).



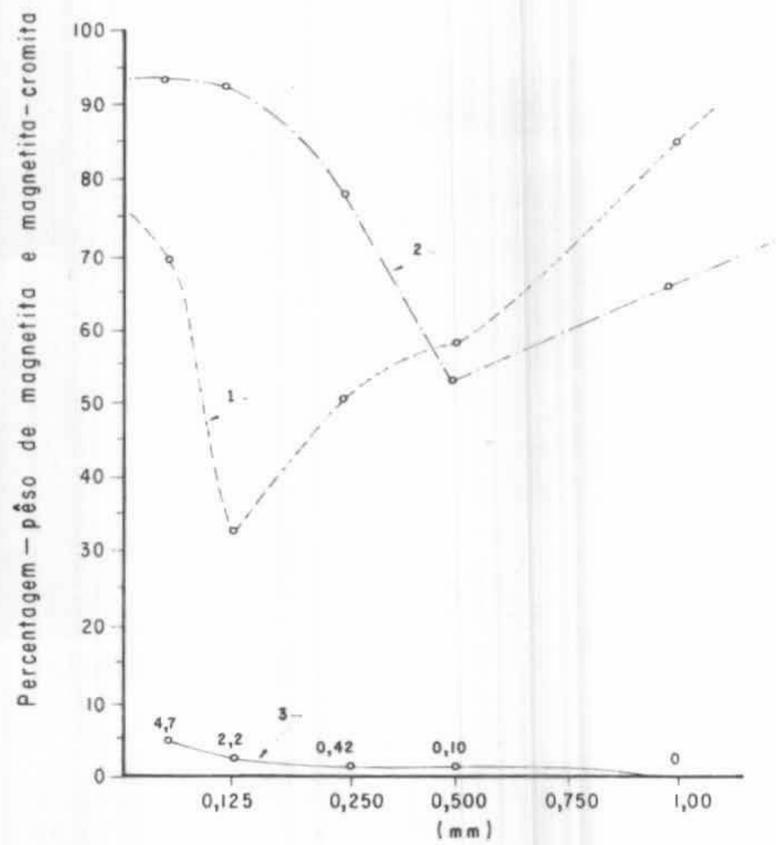


FIGURA 8.1 GRÁFICO A — Curvas de frequência mostrando percentagens de cromita em relação ao tamanho dos grãos de cromita friável e grãos oriundos de camadas de cromitito.

GRÁFICO B — Curvas de frequência mostrando percentagens de magnetita e grãos compostos de cromita e magnetita em relação ao tamanho dos grãos de cromita friável e grãos oriundos de camadas de cromitito.

1. Cromita friável da Mina Coitizeiros
2. Cromita friável da Mina Pedrinhos
3. Camada de Cromita da Mina Pedrinhos

Des. [illegible]

C.P.R.M.

8.4 Estrutura

O alinhamento dos silicatos oclusos dentro das camadas de cromitito maciço reflete a atitude original do acamadamento magmático. Na maioria dos casos, a foliação do acamadamento dentro do clorita-serpentina-talco xisto é paralela àquela estratificação original, mas ocorrem exceções onde as rochas serpentínicas foram cizalhadas, em áreas de intenso falhamento. Nestas áreas, a clivagem de cizalhamento pode ser altamente divergente da atitude das camadas de cromitito.

O metaperidotito foi falhado e inclinado de modo tal que, ao longo do "trend" Limoeiro-Coitizeiros-Pedrinhas-Campinhos as rochas estratiformes têm direção N60-75°E e mergulhos de 15 a 40° para sul, e se projetam por baixo da escarpa de falha do quartzito. Entretanto, ao longo do "trend" de Cascabulhos, as camadas apresentam direção N20-30°E e mergulho de 50 a 65° para sudeste (Figura 8.2). Estas atitudes contrastantes são o resultado de um grande esforço dirigido na direção oeste-noroeste que inclinou mais intensamente as camadas ao longo do "trend" de Cascabulhos, mas o esforço resultante foi aliviado pelo empurrão na área de Pedrinhas e o basculamento aí foi menos intenso. É provável que esse mesmo esforço também afetou a estrutura anticlinal do Grupo Jacobina e causou encurvamento, empurrão e reviramento local dos quartzitos e filitos.

Dados de subsuperfície, como se vê nas descrições de sondagem, indicam que um forte falhamento colocou o anfibolito e o actinolita gnaisse em contato com a zona portadora de cromita, na área da Mina de Pedrinhas. Com

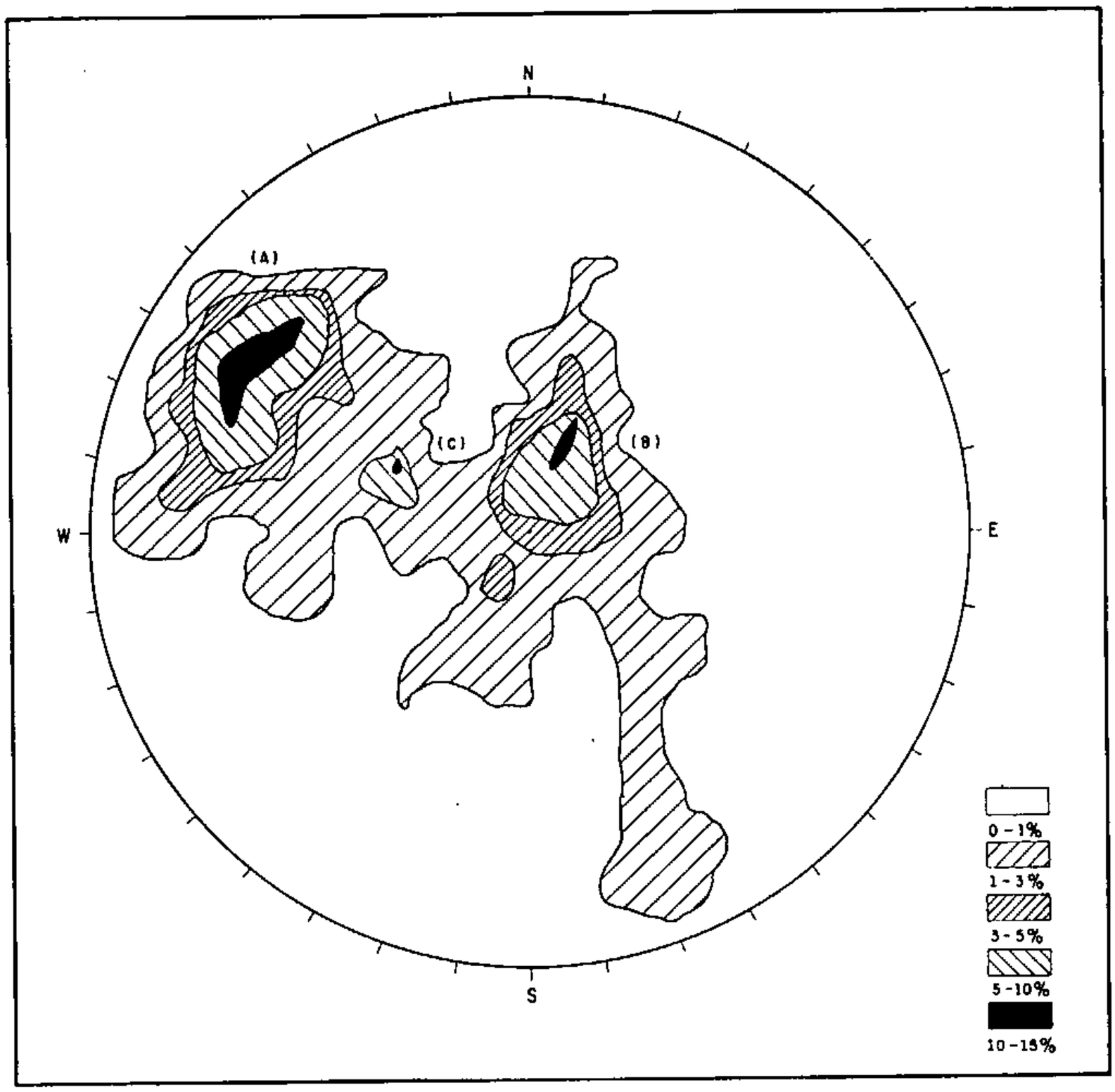


FIGURA 8.2 Projeção igual-área (hemisfério inferior) de camadas de cromitito em metaperidotito (94 camadas) — Duas máximas: (A) N20-40° E. 65° S E e (B) N 70-80° W. 10° -35° S; (A) envolvendo as Minas de Cascabulhos, Morro Maria Eugênia e Filão 11; (B,C) camadas situadas em áreas das Minas de Pedrinhas, Campinhos e Coitizeiros.

Des.

os furos efetuados pela CPRM na Mina de Coitizeiros, pode-se determinar um forte falhamento de empurrão interior ao corpo ultramáfico que colocou a parte superior acavalada sobre a inferior, com um mergulho de 70 a 80° para sul. Esta falha de empurrão provavelmente é responsável pela repetição de camadas de cromitito observada nos furos executados na Mina de Pedrinhas, dando uma falsa idéia da estratigrafia da área.

8.5 Estratigrafia do Cromitito

Um estudo da estratigrafia do cromitito pode ser melhor interpretado graficamente, enquanto tentativas de correlações são feitas comparando as secções compiladas a partir dos dados de furos de sondagem com as secções medidas nas áreas das minas (Figura 8.3). Devido ao grande número de pequenas falhas, as secções medidas no interior das minas são mais dignas de confiança do que os dados de sondagem.

A coluna 1 (Figura 8.3), que é representativa da Mina de Cascabulhos, mostra 4 camadas de cromitito que variam de 0,5 a 2,3 metros de espessura. Fortes falhamentos resultaram, provavelmente, em espessuras anômalas do cromitito, visto que dentro da mina a camada mais espessa tem 1,7 metros de espessura.

Uma secção composta, construída a partir de 11 furos de sondagem, na Mina de Campinhos, está representada na coluna 2 e revela a presença de 3 camadas de cromitito variando de 1,2 a 1,7 metros de espessura. A unidade litológica distintiva é uma zona de minério de cromita fortemente bandeada, situada entre as camadas de cromitito

mais inferior e média. No furo F-10-Cp, a camada mais inferior de cromitito apresenta-se bastante falhada e repousa diretamente sobre o anfibolito. Uma análise espectrográfica da camada Cp-1-70 (Tabela 8.1) concorda favoravelmente com as análises das camadas Pe-2.0-70 e Co-2A-69 das colunas 4 e 5, e é muito provável que elas representem cromititos correlatos.

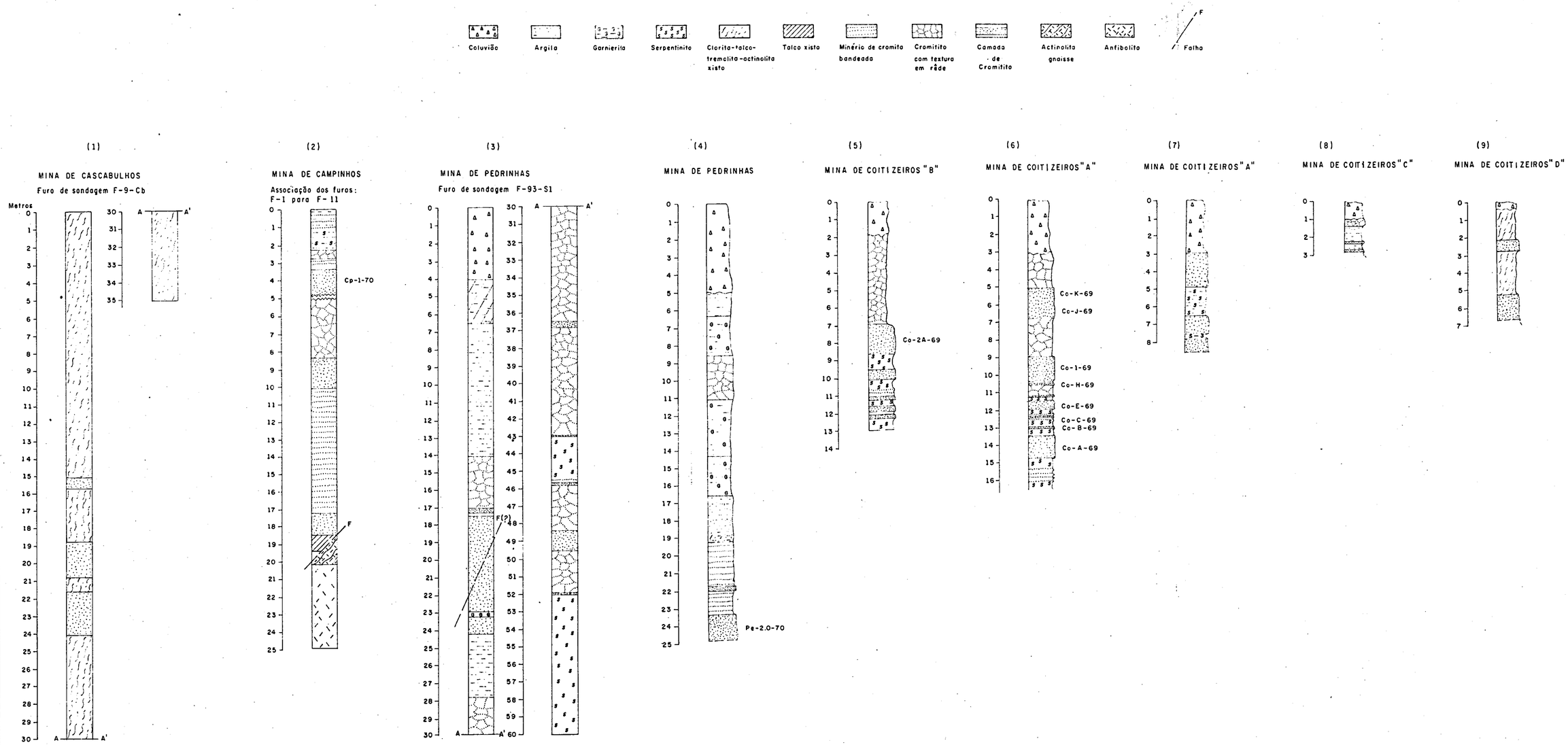
A coluna 3 representa um intervalo testemunhado da Mina de Pedrinhas relativamente completo, exceto por uma pequena falha de 20 metros. Devido a uma recuperação de testemunhos duvidosa, parece provável que existam 3 camadas de cromitito no intervalo entre 17 e 24 metros. Este intervalo é provavelmente correlacionável com os cromititos situados na profundidade de 15 a 24 metros, da Mina de Cascabulhos (coluna 1).

A coluna 4 foi medida dentro da Mina de Pedrinhas e mostra 23 metros de cobertura sobre uma camada de cromitito (Pe-2.0-70) que possui, na área de lavra, 1,4 metros de espessura. O cromitito está recoberto por uma zona de minério bandeado de, aproximadamente, 3 metros de espessura.

Uma secção incompleta da Mina de Coitizeiros B é mostrada na coluna 5. A camada de cromitito Co-2A-69 está coberta por, pelo menos, 3 metros de minério de cromita bandeada. Esta camada tem uma espessura de 1,7 metros, porém apresenta localmente, na sua parte central, uma camada silicatada interestratificada, rica em kammererita, de poucos centímetros de espessura. As espessuras do cromitito e da zona de minério de cromita bandeada sobrejacente são muito similares às sequências para as camadas Pe-2.0-70 e Cp-1-70.

C.P.R.M.

FIGURA 8.3 SECÇÕES MEDIDAS DENTRO DAS MINAS (4-9) E PERFIS DE SONDAGEM (1-3)



Des. [illegible]

A coluna 6 é a mais completa secção medida no interior da mina, não falhada, e mostra 3 espessas camadas de cromitito, num intervalo de 10 metros, que têm uma espessura agregada de cerca de 4,5 metros, na Mina de Coitizeiros A. Estas camadas foram amostradas e analisadas (Tabelas 8.1 e 8.2).

Uma outra secção da Mina de Coitizeiros A, desta vez incompleta, é apresentada na coluna 7. A camada mais superior de cromitito possui cerca de 1,7 metros de espessura e é provavelmente correlata com Co-J-69 e Co-K-69.

A coluna 8 é incompleta mas a coluna 9 mostra uma camada de cromitito maciço de 1,4 metros, na Mina de Coitizeiros D, que apresenta similaridades litológicas com a camada Co-2A-69, da coluna 5.

As secções geológicas das minas levantadas, apresentadas nos anexos do volume II, dão uma idéia das dificuldades de se correlacionar camadas em áreas de intenso falhamento. A secção geológica I-I' (Anexo III.I.), p.e., mostra a sequência das camadas de cromitito proximamente colocadas, do furo F-93-S1, cortadas por falhas e deslocadas entre o furo F-92'-S1 e o furo F-93'.

8.6 Importância do Intemperismo na Formação do Minério Friável

As Minas de Limoeiro, Coitizeiros, Pedrinhas e Campinhos estão localizadas ao longo de uma bancada no sopé do lado norte da Serra de Jacobina, onde existe um nível freático fortemente flutuante e o intemperismo atingiu profundidades de 40 a 50 metros dentro das rochas serpen-

tínicas. Na vizinhança da Mina de Cascabulhos e da Vila de Sto. Antônio, a frente da encosta está voltada para oeste e as rochas ultramáficas estão um pouco mais distantes da serra. Nesta área, os efeitos do intemperismo atingem profundidades menores, de 10 a 20 metros. Depósitos de fanglomerados e de taludes atingem uma espessura de até 10 metros na primeira área, sendo a capa coluvial da segunda, de apenas 1 a 2 metros.

Para que se possa extrair o cromitito maciço de grau metalúrgico por métodos de escavação aberta, na Mina de Pedrinhas, torna-se necessário remover uma quantidade maior de material rolado, enquanto na área de Cascabulhos, os minérios maciços compactos estão próximos da superfície.

Por outro lado, os depósitos de cromita localizados entre as Minas de Pedrinhas e Limoeiro, devido ao intenso intemperismo local, deram origem à formação do minério friável. A cromita de textura em rêde, disseminada e finamente estratificada no serpentinito, foi liberada em virtude da argilização total da rocha ultramáfica. O intemperismo que atuou nesta área é devido à proximidade das rochas ultramáficas com os quartzitos, em situação que favorece a ação da água proveniente das nascentes que afloram no contato dessas duas unidades litológicas. A localização destes depósitos ao longo de uma meia encosta recoberta por um manto coluvionar facilita a ação intempérica do nível freático. Na área da Mina de Cascabulhos não existem minérios friáveis disponíveis.

Hedlund (relatório USGS/DNPM) sugere que o intemperismo mais acentuado no perímetro Pedrinhas-Limoeiro é

devido a uma maior precipitação pluviométrica resultante da barreira formada pela mudança de direção local da Serra de Jacobina.

8.7 Geoquímica da Metaultramáfica

Quimicamente as rochas serpentínicas são caracterizadas por um alto teor de MgO (36,2 por cento), e a razão MgO/SiO_2 varia de 1,09 em serpentinito maciço a 0,89 em serpentinito cizalhado. Desde que o dunito médio possui uma razão MgO/SiO_2 de cerca de 1,23 e o harzburgito médio uma relação de 1,02, os dados químicos sugerem que as rochas serpentínicas de Campo Formoso eram originalmente peridotito (R. Coleman, 1971). É possível que algum MgO tenha sido removido durante o metamorfismo, mas veios secundários de brucita ou magnesita não são observados dentro dos serpentinitos. Nos serpentinitos cizalhados a razão MgO/SiO_2 é mais baixa (amostra Csc-1-70) e, menores quantidades de clorita cromífera e talco presentes sugerem a adição de sílica durante o cizalhamento.

O teor de água fixa do serpentinito é de até 12 por cento e indica que grandes volumes de água, na faixa de estabilidade para a antigorita (300-550°C), estavam envolvidos no metamorfismo do peridotito para serpentinito. Esta água era provavelmente de origem meteórica e posterior aos quartzitos do Grupo Jacobina.

Os serpentinitos contêm cerca de 1,8 por cento de FeO, que está fixado com Fe_2O_3 sob a forma de magnetita disseminada. O teor de Al_2O_3 é de, aproximadamente, 4 por cento e a maior parte da alumina entra na composição da

clorita cromífera, kammererita. A clorita é um mineral do estágio final e preenche fraturas dentro do serpentinito.

Minerais normativos foram calculados para 100 por cento numa base de água livre, e os espinélios foram subsequentemente calculados para 100 por cento, numa base de silicato livre. Foram feitos cálculos normativos de argilas garnieríticas, rochas serpentiníticas e vários tipos de cromitito e rocha cromitífera (Tabelas 8.2 e 8.4). Depois que foi feita uma correção para o teor de água, o SiO_2 recalculado foi distribuído para completar as necessidades para forsterita; se restasse um excesso de SiO_2 para a quantidade de MgO disponível, o SiO_2 e MgO remanescentes eram calculados como enstatita. Todo o Al_2O_3 foi calculado como espinélio, $FeAl_2O_4$, embora uma quantidade muito pequena esteja fixada na clorita cromífera, kammererita. Análises de concentrados de cromita lavada indicaram a presença de cerca de 11 por cento de Al_2O_3. O MgO restante, após o cálculo da forsterita, e enstatita, foi transferido para o espinélio $MgCr_2O_4$. O Cr_2O_3 remanescente é calculado como $FeCr_2O_4$ e qualquer excesso de FeO é combinado com o Fe_2O_3 para formar magnetita. Em algumas amostras há um equilíbrio pobre de FeO e Fe_2O_3, indicando um alto grau de intemperismo da amostra de cromita.

Percentagens atômicas de Fe^{+2} e Fe^{+3} foram calculadas e as razões de oxidação $Fe^{+3}/(Fe^{+2} + Fe^{+3})$ foram apresentadas para algumas amostras analisadas, nas tabelas anexas. Exceto as amostras de testemunho, a maioria das amostras de cromita estava intemperizada, apresentando por isso, valores de oxidação mais altos. Por exem-

plo, as amostras Co-A-69, F-3A-P(O) e F-3A-P(N) são de cromitito não intemperizado e têm razões de oxidação de 0,326, 0,282 e 0,369, respectivamente, ao passo que as argilas garnieríticas e concentrados de cromita friável (FPM-1) de minérios de textura em rêde intemperizados, apresentaram razões de oxidação de 0,997, 0,999 e 0,870.

No cromitito não intemperizado, a razão de oxidação é indicativa da fugacidade do oxigênio dentro do magma, ao tempo do fracionamento da cromita. Page, Riley e Haffty (1971) determinaram as razões de oxidação de várias camadas de cromitito no complexo de Stillwater de Montana, e sugeriram uma correlação entre a razão de oxidação e o teor de platinóide no cromitito. Com uma razão de oxidação mais baixa, verifica-se um aumento correspondente no teor de platinóide. Se esta correlação for válida, preferencialmente deve-se submeter cromititos não intemperizados, com razões de oxidação baixas, para análise de platina. Algumas análises foram realizadas nos laboratórios do United States Geological Survey, não tendo sido detectada platina no limite de detecção ou no valor mostrado. Tendo em vista a importância econômica deste metal e do pequeno número de análises realizadas, foi desenvolvido um levantamento geoquímico na área compreendida entre a Mina de Cascabulhos e a Cidade de Campo Formoso, tendo sido coletadas 70 amostras segundo a disposição da drenagem local. Por motivo de força maior, as análises para Pt não puderam ser realizadas, impossibilitando uma melhor apreciação das possibilidades de platina nesta ultramáfica. As dosagens de arsênio apresentaram sempre valores inferiores a 15 ppm.

Análises espectrográficas semi-quantitativas de cromitito maciço, vários tipos de cromitito de textura oclusa e em rêde, minério friável beneficiado, argilas, anfibolitos e gnaisses foram realizadas nos laboratórios da CPRM e do USGS (Tabelas 8.1 e 8.3). Os resultados indicaram para o cromitito os seguintes teores de elementos menores: Mn (0,3%), Co (0,02 a 0,1%), Ni (0,07a 0,1%), V (0,05%) e Ti (0,05 a 0,07%).

Um diagrama da variação do teor de elementos menores em relação à percentagem de Cr_2O_3 (Figura 8.4), mostra uma participação desses elementos nas frações de cromita e silicato. Por exemplo, o níquel está enriquecido na fração silicato do serpentinito intemperizado e está também capturado em quantidade de traços na malha da cromita. Mn, Co, V e, menos comumente, Ti também têm tendência a fazer substituições na estrutura da cromita (Thayer, 1956).

Para os anfibolitos e biotita-hornblenda-plagioclásio gnaisses obteve-se os seguintes resultados: Au (inferior a 0,002%), As (inferior a 0,02%), Ag (inferior a 0,00005%), Cu (0,001 a 0,01%), Co (0,001 a 0,015%), Ni (0,005 a 0,16%) e V (0,005 a 0,03%).

Amostras de rochas intemperizadas, bastante argilizadas, e de solos deram valores baixos para Zn (0,0015% a 0,025%), V (0,005 a 0,01%), Cu (0,0005% a 0,01%) e Co (0,01% em média). Os resultados para níquel revelaram valores até 0,3% para solo e argilas diversas e percentagens mais altas, de até 1,5%, para argilas garnieríticas, identificadas no campo pela coloração esverdeada.

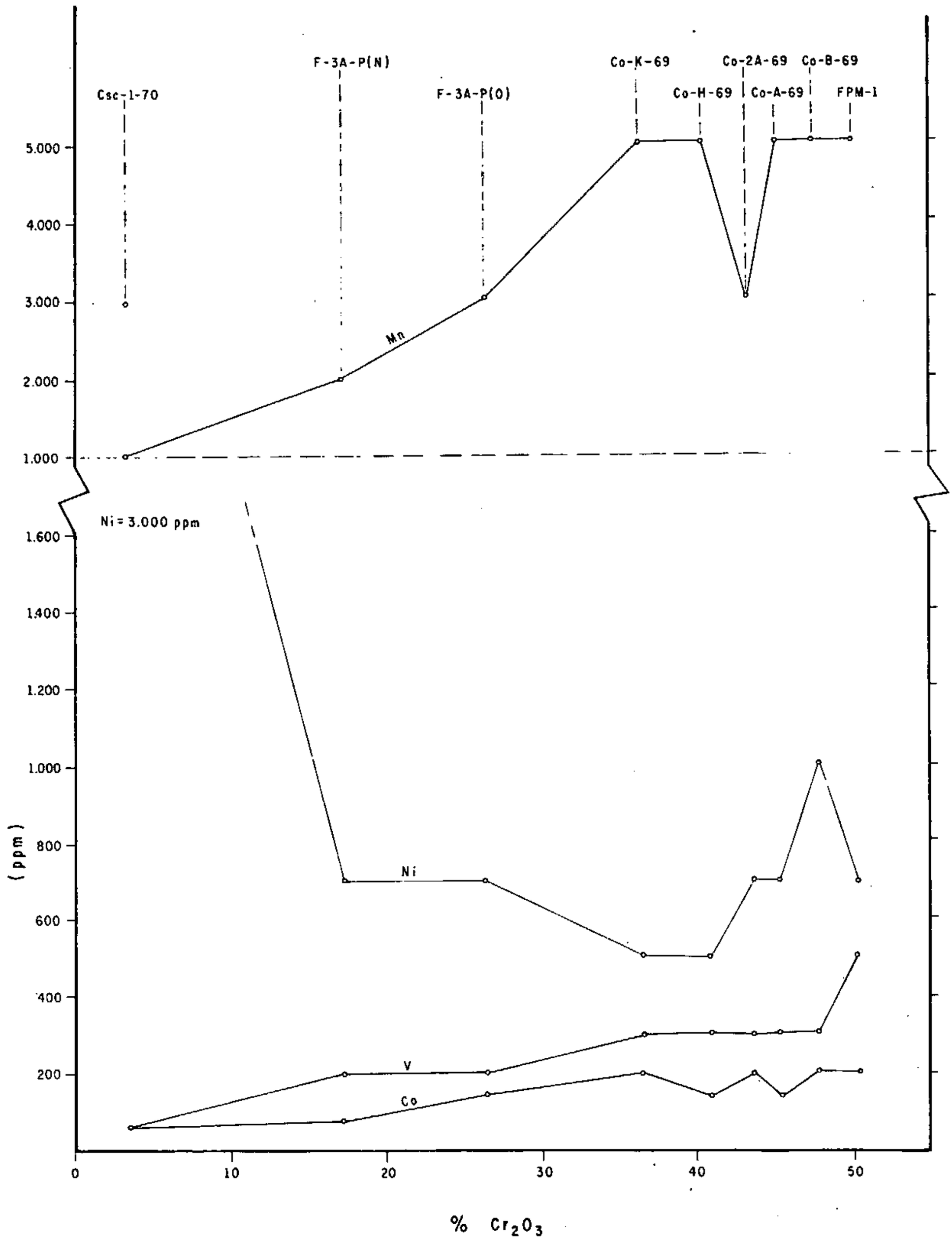


FIGURA 8.4 — Diagrama mostrando a variação do teor de elementos menores selecionados em relação à percentagem de Cr_2O_3 em amostras de cromitito, serpentinito cromitífero e concentrado de cromita

Des.

Num diagrama de variação simples, como o mostrado na figura 8.5, o teor crescente de SiO_2 ao longo da abcissa corresponde geralmente à sequência de idade e reflete a mudança gradual do magma no processo de diferenciação. Embora esse tipo de diagrama de variação não seja muito aplicável para diferenciar rochas estratiformes que mostram padrões de decantação mineral cíclica, ele pode ser aplicado a zonas críticas dentro de uma parte limitada do complexo. Acredita-se que suficientes amostras de cromitito maciço e cromita transicional de textura oclusa e de textura em rêde foram analisadas para dar uma linha válida de declive para certos óxidos, em tipos de rochas sucessivas e mais jovens. Na figura, o Cr_2O_3 e o MgO mostram curvas suaves ao longo de uma única linha de declive.

8.8 Considerações Genéticas

Os estudos desenvolvidos nos itens anteriores já abrangeram, como não poderia deixar de ser, considerações de ordem genética das rochas ultramáficas e dos depósitos de cromita. Estes depósitos, segundo Thayer (1970), mostram texturas clássicas de acumulação e acamadamento em pequena escala, definindo os serpentinitos como sendo originalmente parte de um complexo estratiforme ou acamadado, em contraste marcante com aqueles existentes em Goiás.

As descrições de Johnston e Souza (1943) mostram que a textura da cromita e a estrutura do acamadamento são estratiformes clássicas:

"As camadas de cromita, em lâmina delgada, mostram octaedros de cromita, cada um separado de seu vizinho por

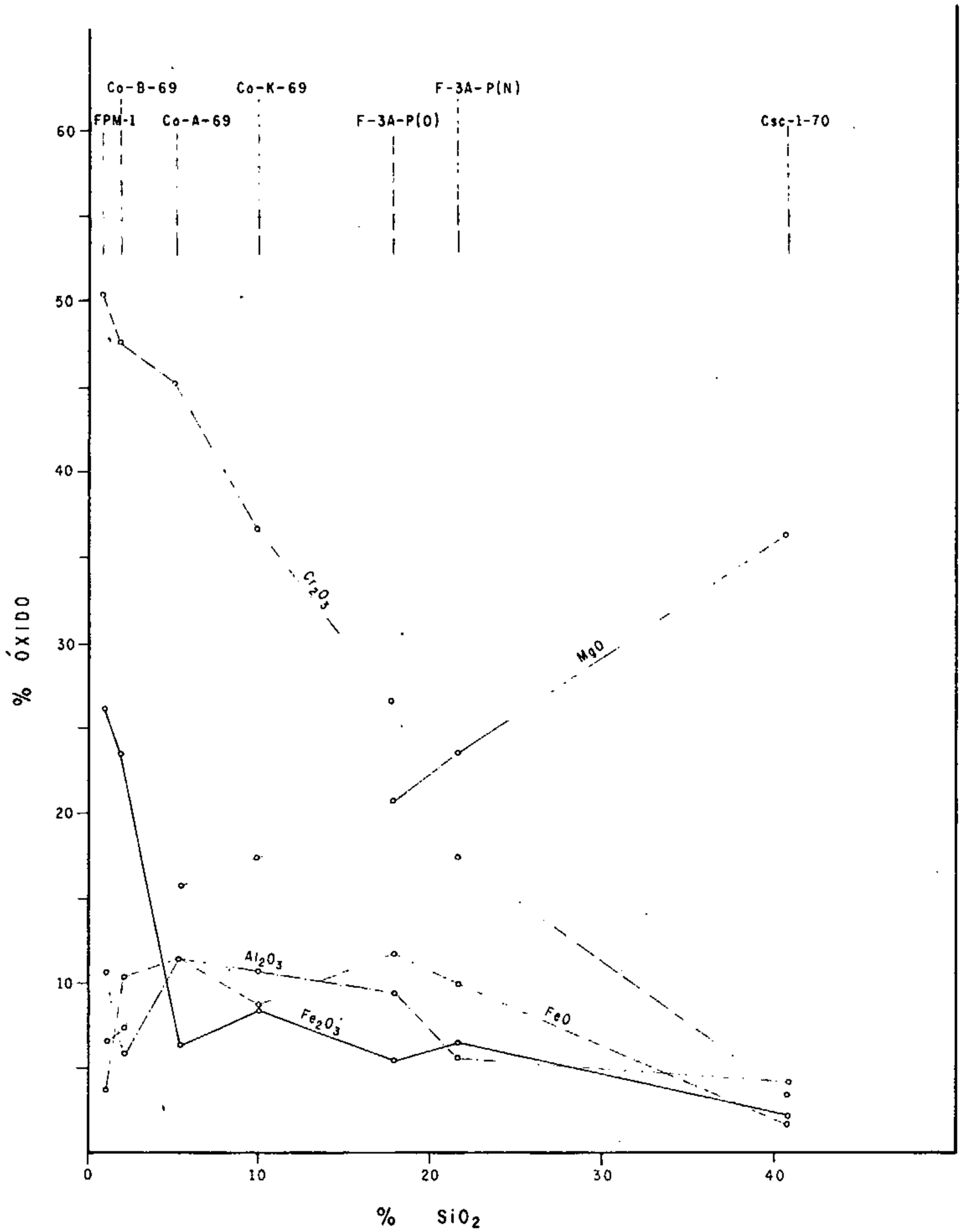


FIGURA 8.5 — Diagrama de variação simples do teor de SiO_2 em relação ao teor de óxido em várias rochas cromitíferas

Des.

um revestimento de antigorita. Algumas camadas são, principalmente, cromita com pouca serpentina, e nesta, se apoiam os cristais de cromita. Outras são, principalmente, serpentina com resíduos de olivina e contêm cristais de cromita dispersos. Existem todas as gradações entre esses extremos. Poucas lâminas mostram relíquias de grandes cristais de olivina, cercados por agregados de cristais de cromo. Em geral, a evidência microscópica parece indicar essencialmente, cristalização contemporânea de cromita e olivina".

Jonhston e Souza contaram "93 camadas horizontais de cromita, cada uma separada da outra por uma camada de serpentina... numa seção vertical de um metro". Eles não observaram nenhuma camada de serpentina ou cromita cortada transversalmente.

Thayer conclue as suas observações sobre a faixa de rochas metaultramáficas de Campo Formoso, afirmando que a natureza estratiforme do serpentinito implica que a massa não é uma simples fatia tectônica introduzida ao longo de uma falha de empurrão, como muitas massas de serpentinito alpino o são. A regularidade aparente do contato basal sugere que ele foi magmaticamente introduzido através dos gnaisses subjacentes. E, por analogia com complexos tais como o de Stillwater e Bushveld, Thayer afirma que os serpentinitos cromitíferos são apenas a parte inferior de um complexo que pode ter possuido vários milhares de metros de espessura. A parte superior desaparecida pode ter sido ceifada por falhamentos ou ter sido erodida antes que o quartzito fosse depositado inconformemente.

A presença de cromita detrítica no quartzito, na área da ocorrência de Cansa Cavalo, indicando que um intervalo de apreciável erosão removeu uma grande parte do corpo ultramáfico antes da deposição dos sedimentos clásticos do Grupo Jacobina, confirma a segunda hipótese levantada.

C.P.R.M.

TABELA 8.1 AMOSTRAGEM DE SUPERFÍCIE REALIZADA NO DISTRITO CROMITÍFERO DE CAMPO FORMOSO — BAHIA

ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA SEMIQUANTITATIVA 1/

Amostra Nº	Localização	Descrição	Resultados Analíticos										
			Cr	V	Cu	Co	Ni	Zn	Mo	Mn	Ti	Pt	La
Pe-A-70	M. Pedrinhas	Argila garnierítica com pouca cromita disseminada	2,0	0,0001	0,005	0,0015	1,5	-	N	0,003	0,05	N	0,015
Pe-B-70	Idem	Argila verde escura, garnierítica	3,0	0,0005	0,007	0,003	1,5	-	N	0,015	0,1	N	0,015
Pe-2.0-70	Idem	Cromitito maciço	G	0,05	0,001	0,1	0,1	-	N	0,3	0,07	N	N
FPM-1	Idem	Minério friável beneficiado	G	0,05	0,0001	0,02	0,07	-	0,0007	0,5	0,07	N	N
Cp-1-70	M. Campinhos	Cromitito maciço	G	0,05	0,0002	0,15	0,15	-	N	0,3	0,07	N	N
Cp-1-S-70	Idem	Amostra rica em Kammererita com pouca cromita disseminada	G	0,003	0,0002	0,01	0,3	-	N	0,03	0,007	N	N
Csc-1-70	M. Cascabulhos	Clorita-serpentina-talco xisto com pouca cromita disseminada	3,0	0,005	N	0,005	0,3	-	N	0,1	0,01	N	N
Co-A-69	M. Coitizeiros A	Cromitito maciço com 10% de Kammererita	G	0,03	0,0001	0,015	0,07	-	0,0005	0,5	0,05	N	N
Co-B-69	Idem	Cromitito maciço	G	0,03	0,001	0,02	0,1	-	0,0007	0,5	0,07	N	N
Co-C-69	Idem	Cromitito maciço com 10% de Kammererita	G	0,03	0,0001	0,02	0,07	-	0,0007	0,5	0,05	N	N
Co-E-69	Idem	Cromitito maciço com 15% de impureza	G	0,03	0,0001	0,015	0,07	-	0,0007	0,5	0,03	N	N
Co-H-69	Idem	Cromitito maciço com 20% de talco, serpentina e Kammererita	G	0,03	0,0005	0,015	0,07	-	0,0005	0,5	0,07	N	N
Co-I-69	Idem	Cromitito de textura oclusa com 20% de Kammererita	G	0,03	0,0001	0,015	0,05	-	0,0005	0,5	0,07	N	N
Co-J-69	Idem	Cromitito de textura oclusa com 20% de talco, serpentina e Kammererita	G	0,03	0,0002	0,015	0,05	-	0,0005	0,5	0,05	N	N
Co-K-69	Idem	Cromitito de textura oclusa com impureza	G	0,03	0,0005	0,02	0,05	-	0,0005	0,5	0,05	N	N
Co-2A-69	Idem	Cromitito de textura oclusa com 15% de Kammererita	G	0,02	N	0,02	0,07	-	0,0005	0,3	0,07	N	N
JP-94	M. Pedrinhas	Solo marron, argiloso, com rolados de quartzito	0,5	0,01	0,001	0,002	0,015	0,0015	-	-	-	-	-
JP-95	Idem	Solo amarelado, argiloso, com rolados de quartzito	0,5	0,01	0,005	0,005	0,015	0,0025	-	-	-	-	-
JP-96	Idem	Solo amarelado, argiloso com manchas vermelhas	0,1	0,02	0,01	0,002	0,0125	0,0015	-	-	-	-	-
JP-97	Idem	Argila marron-avermelhada	0,2	0,01	0,005	0,001	0,015	0,0015	-	-	-	-	-
JP-98	"	Argila verde clara a marron	0,5	0,02	0,005	0,02	0,3	0,005	-	-	-	-	-
JP-99	"	Argila esverdeada, garnierítica	0,5	0,01	0,0005	0,02	1,5	0,005	-	-	-	-	-
JP-100	"	Argila esverdeada, garnierítica	(+)0,5	0,005	0,0005	0,02	1,16	0,0035	-	-	-	-	-
JP-101	"	Minério friável, estratificado	(+)0,5	0,005	0,001	0,02	0,53	0,0025	-	-	-	-	-
JP-103	"	Solo marron, areno-argiloso	0,5	0,005	0,002	0,001	0,0125	0,0015	-	-	-	-	-
JP-104	"	Solo marron, argiloso, com rolados de quartzito	0,5	0,005	0,002	0,001	0,015	0,0025	-	-	-	-	-
JP-105	"	Solo amarelado-argiloso com rolados de quartzito	0,5	0,005	0,002	0,001	0,0075	0,0015	-	-	-	-	-
JP-106	"	Argila esverdeada, garnierítica	0,5	0,01	0,01	0,02	0,88	0,0035	-	-	-	-	-
JP-107	"	Argila esverdeada, garnierítica	0,5	0,002	0,001	0,01	0,96	0,015	-	-	-	-	-
JP-108	"	Argila esverdeada, garnierítica	0,5	0,005	0,001	0,1	1,36	0,025	-	-	-	-	-
JP-109	"	Argila esverdeada c/magnetita	0,5	0,005	0,0005	0,01	0,91	0,01	-	-	-	-	-
JP-110	"	Minério friável, estratificado	0,5	0,005	0,0005	0,01	0,64	0,005	-	-	-	-	-
JP-111	M. Coitizeiros A	Solo amarelado, argiloso, com rolados de quartzito	0,5	0,005	0,005	0,002	0,058	0,0025	-	-	-	-	-
JP-112	Idem	Solo amarelado, argiloso, com rolados de quartzito	0,5	0,005	0,002	0,01	0,27	0,0025	-	-	-	-	-
JP-113	"	Argila de cor variegada	(+)0,5	0,01	0,0005	0,01	0,35	0,0035	-	-	-	-	-
JP-114	"	Argila esverdeada, garnierítica	(+)0,5	0,01	0,0005	0,01	0,69	0,01	-	-	-	-	-
JP-115	"	Cromitito friável	(+)0,5	0,01	0,0005	0,01	0,53	0,005	-	-	-	-	-
JP-117	M. Coitizeiros B	Solo marron, argiloso, com rolados de quartzito	(+)0,5	0,01	0,001	0,01	0,27	0,005	-	-	-	-	-
JP-118	Idem	Argila esverdeada, garnierítica	(+)0,5	0,01	0,0005	0,01	0,68	0,005	-	-	-	-	-
JP-119	Idem	Minério friável, esverdeado	(+)0,5	0,01	0,0005	0,01	0,62	0,005	-	-	-	-	-
JP-121	M.Coitizeiros D	Solo marron, argiloso	(+)0,5	0,01	0,002	0,005	0,21	0,02					
JP-122	Idem	Argila esverdeada, garnierítica	0,1	0,002	0,01	0,02	0,28	0,0025	-	-	-	-	-
JP-123	Idem	Minério friável	(+)0,5	0,01	0,0005	0,005	0,23	0,005	-	-	-	-	-

1/ Os resultados são apresentados em percentagem, com aproximação para o número mais próximo da série 1,0,7, 0,5, 0,3, 0,2, 0,015, 0,1 e assim por diante, sendo que cerca de 30% dos grupos designados para resultados semi-quantitativos, incluem os valores quantitativos, nas análises realizadas pelo U.S.G.S.
(G= maior que 10% ou maior que o valor mostrado; N= não detectado, no limite de detecção ou no valor mostrado; O sinal (+) a frente do resultado significa que a concentração do elemento na amostra é superior ao valor tabulado e o sinal (-) que o elemento não foi detectado, sendo o valor tabulado o limite de detecção do método empregado).
As análises foram realizadas nos laboratórios da CPRM (JP-103), pelos químicos Maria Lucia de Miranda Lemos, Carmem Lúcia S. Roquette Pinto e Gloria Berenice C.T.C. Brazão da Silva, e do USGS (Co-K-69), por J.L.Harris.
Nas amostras enviadas para a CPRM, o Molibdênio apresentou sempre concentrações inferiores a 0,002%, sendo as determinações de níquel e zinco feitas por colorimetria. As determinações de Platina não foram feitas por motivo de força maior.

TABELA 8.2 AMOSTRAGEM DE SUPERFÍCIE REALIZADA NO DISTRITO CROMITÍFERO DE CAMPO FORMOSO — BAHIA

ANÁLISE QUÍMICA E CÁLCULO NORMATIVO 1/

Amostra Nº	Localização	Descrição	Resultados Analíticos (%)																													
			SiO_2	Cr_2O_3	Fe_2O_3	FeO	Al_2O_3	MgO	MnO	CaO	TiO_2	Na_2O	K_2O	H_2O	P_2O_5	CO_2	en	fo	Q	or	ab	an	C	mt	cr	hm	$MgCr_2O_4$	$FeCr_2O_4$	$FeAl_2O_4$	$FeFe_2O$	Cr/Fe	$\frac{Cr+Al+3}{Fe}$ $\frac{(Fe+Fe)}{}$
PPM-1	M. Pedrinhas	Minério friável beneficiado	0,22	50,3	26,2	3,6	10,8	6,5	-	-	-	-	-	0,26	-	-	0,0	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	24,0	47,2	18,8	7,2	1,62	0,870
PPM-2	Idem	Cromitito friável, estratificado, beneficiado	-	58,6	3,9	12,1	11,1	13,6	0,13	0,04	0,19	-	-	-	-	-	0,0	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	63,8	11,9	18,9	4,9	3,30	0,227
Co-A-69	M. Coitizeiros A	Cromitito maciço com 10% de Kammererita	5,2	45,2	6,1	11,3	11,3	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	12,8	-	-	-	-	-	-	-	-	44,1	19,0	20,3	3,8	-	-
Co-B-69	Idem	Cromitito maciço	2,1	47,7	23,3	10,4	5,7	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	23,9	45,0	10,1	16,1	-	-
Co-C-69	Idem	Cromitito maciço com 10% de Kammererita	4,7	45,0	19,6	10,2	7,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	18,7	47,0	12,3	10,6	-	-
Co-E-69	Idem	Cromitito maciço com 15% de impureza	6,8	44,4	3,4	4,6	10,8	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	16,3	45,3	22,5	0,0	-	-
Co-H-69	Idem	Cromitito maciço com 20% de talco, serpentina, - kammererita	8,6	40,9	14,2	7,9	8,8	13,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	21,2	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	49,3	16,1	0,9	1,75	0,621
Co-I-69	Idem	Cromitito de textura - oclusa com 20% de impureza	8,8	41,4	9,9	6,4	11,2	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	21,9	-	-	-	-	-	-	-	-	24,5	33,3	20,3	0,0	2,38	0,583
Co-J-69	Idem	Idem	9,0	41,7	11,4	6,8	10,3	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	21,9	-	-	-	-	-	-	-	-	20,6	30,0	18,5	0,0	2,15	0,783
Co-K-69	Idem	Cromitito de textura oclusa com impureza	10,0	36,4	8,4	8,7	10,7	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	25,3	-	-	-	-	-	-	-	-	20,8	33,9	20,0	0,0	1,96	0,466
Co-2A-69	Idem	Idem	7,4	43,6	10,6	3,2	12,0	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	18,3	-	-	-	-	-	-	-	-	37,9	22,0	21,8	0,0	3,00	0,750
Pe-A-70	M. Pedrinhas	Argila garnierítica com pouca cromita disseminada	46,8	-	13,8	0,5	13,8	2,5	0,03	0,12	0,15	0,07	0,11	19,7	0,10	0,05	7,8	0,0	49,4	0,8	0,8	-	16,0	0,4	5,4	17,1	-	-	-	-	-	0,997
Pe-B-70	M. Pedrinhas	Argila verde, garnierítica	46,1	-	13,8	0,12	14,2	2,5	0,04	0,12	0,26	0,04	0,10	19,6	0,08	0,05	7,8	0,0	52,0	0,7	0,4	-	17,5	0,6	3,6	17,2	-	-	-	-	-	0,999
Csc-1-70	M. Cascabulhos	Clorita-serpentina-talco xisto com pouca cromita	40,8	-	2,0	1,8	4,0	36,2	0,10	0,11	0,05	0,03	0,10	12,6	0,05	0,05	51,8	35,6	4,0	0,6	0,2	0,2	-	3,3	4,3	-	-	-	-	-	-	0,500
JP-129	Mina 18	Cromitito maciço coletado em camadas aflorantes	14,1	29,4	18,4	-	11,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	-
JP-130	Idem	Idem	14,9	27,2	16,1	-	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	-
JP-131	Mina 28	Idem	15,0	25,9	24,4	-	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JP-132	Mina 39	Idem	8,9	31,5	32,2	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96	-
JP-133	Idem	Idem	9,7	35,2	23,2	-	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	-
JP-134	M. Cascabulhos	Idem	12,8	33,4	16,2	-	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	-
JP-135	M. Cascabulhos	Idem	9,1	40,2	17,6	-	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	-
JP-137	Idem (Pilão 11)	Idem	4,8	44,9	17,3	-	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	-
JP-138	Idem	Idem	7,4	41,3	16,4	-	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	-
JP-139	Idem	Idem	6,6	44,1	18,3	-	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	-
JP-140	M. Camarinha	Idem	3,6	47,0	16,3	-	13,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,81	-
JP-141	M. Coitizeiros D	Idem	11,6	31,0	17,4	-	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	-
JP-142	M. Coitizeiros A	Idem	12,4	32,0	16,6	-	12,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	-
JP-143	M. Limoeiro	Idem	16,2	26,4	15,4	-	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	-

1/ As análises foram realizadas nos laboratórios da CPRM (JP-138), pelos químicos Lilá B. Hargreaves, Dora C. Giasson, Maria Yelda C. Ramos, Esther V. Levy, Maria L. M. Lastres e Evaldo Dantas, e do USGS (Co-H-69) por J. Warr, J. - Dinnin, P. Elmore, G. Chloe, J. Kelsey, H. Smith, J. Glen e P. Stevens.

C.P.R.M.

C.P.R.M.

TABELA 8.3 AMOSTRAGEM DE SUBSUPERFÍCIE REALIZADA NO DISTRITO CROMITÍFERO DE CAMPO FORMOSO — BAHIA

ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA SEMIQUANTITATIVA 1/

Amostra Nº	Localização	Furo	Prof. (m)	Descrição	Resultados Analíticos									
					Cr	Ni	V	Ti	Cu	Co	Zn	Mn	Pt	Lo
P-3A-P(N)	M.Pedrinhas	P-3A	42,00	Cromitito de textura em rêde com 45% de impureza	G	700	200	300	15	70	-	2000	N	N
P-3A-P(O)	Idem	P-3A	55,00	Cromitito de textura oclusa com 35% de impureza	G	700	200	700	2	150	-	3000	N	N
JF-144	Idem	1CF-1-BA	61,40	Anfibolito	300	100	200	5000	500	100	(-)12	-	-	-
JF-145	Idem	Idem	64,50	Anfibolito	500	100	200	5000	70	70	(-)12	-	-	-
JF-146	Idem	Idem	69,55	Anfibolito com Calcopirita disseminada	300	100	200	7000	100	70	(-)12	-	-	-
JF-148	Idem	Idem	91,10	Anfibolito com Sulfêtos-	500	150	200	10000	150	100	(-)12	-	-	-
JF-149	Idem	Idem	137,50	Serpentinito com Kammererita e talco	5000	1000	10	150	(-)5	70	(-)12	-	-	-
JF-150	Idem	Idem	178,43	Serpentinito com Cromita disseminada	(+)5000	2000	150	700	5	70	150	-	-	-
JF-151	Idem	Idem	205,80	Serpentinito	5000	700	30	200	5	100	25	-	-	-
JF-152	Idem	Idem	232,70	Serpentinito com Magnetita e Kammererita	5000	1000	20	200	5	30	25	-	-	-
JF-153	Idem	Idem	251,70	Idem	5000	700	15	200	(-)5	30	25	-	-	-
JF-154	Idem	Idem	296,48	Serpentinito escuro	(+)5000	2000	20	200	5	70	38	-	-	-
JF-155	Idem	1CF-2-BA	60,69	Anfibolito	300	100	200	10000	150	70	(-)12	-	-	-
JF-156	Idem	Idem	61,70	Anfibolito com Sulfêtos	300	100	200	10000	300	50	12	-	-	-
JF-157	Idem	Idem	68,05	Idem	300	100	200	10000	150	50	(-)12	-	-	-
JF-158	Idem	Idem	73,40	Idem	150	100	200	10000	300	50	12	-	-	-
JF-159	Idem	Idem	80,68	Idem	300	100	200	10000	50	70	(-)12	-	-	-
JF-160	Idem	Idem	146,80	Serpentinito com magnetita e Kammererita	(+)5000	1000	150	500	(-)5	70	250	-	-	-
JF-161	Idem	Idem	147,40	Serpentinito com Kammererita e talco	5000	1000	15	150	(-)5	100	(-)12	-	-	-
JF-162	M.Campinhos	1CF-3-BA	31,32	Serpentinito com Magnetita disseminada	5000	700	20	70	7	100	18	-	-	-
JF-163	Idem	Idem	73,50	Serpentinito com grãos de Cromita	(+)5000	700	70	200	10	50	200	-	-	-
JF-164	Idem	Idem	117,75	Serpentinito	5000	1000	20	200	10	200	25	-	-	-
JF-165	Idem	Idem	161,20	Serpentinito escuro	5000	500	15	200	5	70	18	-	-	-
JF-166	Idem	Idem	191,50	Serpentinito	(+)5000	700	20	200	5	200	-	-	-	-
JF-167	Idem	1CF-4-BA	48,58	Serpentinito com talco	3000	700	10	150	5	100	(-)12	-	-	-
JF-168	Idem	Idem	103,30	Anfibolito	500	100	200	10000	20	50	(-)12	-	-	-
JF-169	Idem	Idem	130,52	Serpentinito verde escuro com Magnetita	(+)5000	500	50	100	(-)5	50	50	-	-	-
JF-170	Idem	Idem	163,72	Serpentinito com opacos	(+)5000	1000	30	200	5	100	50	-	-	-
JF-171	Idem	Idem	224,51	Serpentinito verde escuro	5000	1000	30	200	10	200	18	-	-	-
JF-172	M.Coitizeiros	1CF-5-BA	117,95	Actinolita serpentinito - com opacos disseminados	5000	700	30	200	5	100	18	-	-	-
JF-173	Idem	Idem	137,00	Serpentinito	5000	700	20	150	5	70	18	-	-	-
JF-174	Idem	Idem	219,00	Serpentinito escuro	5000	2000	15	70	5	100	38	-	-	-
JF-175	Idem	1CF-6-BA	44,70	Serpentinito com Sulfêtos	5000	700	30	300	30	100	12	-	-	-
JF-176	Idem	Idem	85,60	Actinolita serpentinito	5000	500	30	300	10	100	(-)12	-	-	-
JF-177	Idem	Idem	118,70	Actinolita serpentinito	5000	1000	20	100	10	100	(-)12	-	-	-
JF-178	Idem	1CF-7-BA	100,70	Serpentinito com opacos	5000	1000	20	300	(-)5	50	(-)12	-	-	-
JF-179	Idem	Idem	148,40	Serpentinito	3000	1000	15	100	(-)5	30	(-)12	-	-	-
JF-180	Idem	Idem	186,70	Actinolita serpentinito	(+)5000	1000	100	300	10	70	88	-	-	-
JF-181	Idem	1CF-8-BA	59,60	Idem	(+)5000	1000	50	200	5	20	12	-	-	-
JF-182	Idem	Idem	110,10	Serpentinito com Sulfêtos	(+)5000	1000	50	200	10	70	12	-	-	-
JF-183	Idem	1CF-9-BA	85,10	Serpentinito verde	5000	700	20	150	(-)5	100	12	-	-	-
JF-184	Idem	Idem	110,20	Serpentinito verde escuro	5000	700	20	150	(-)5	50	12	-	-	-
JF-185	Idem	Idem	213,00	Idem	(+)5000	1000	20	150	5	100	50	-	-	-
JF-186	Idem	1CF-10-BA	96,70	Actinolita serpentinito	5000	300	30	500	(-)5	70	(-)12	-	-	-
JF-187	Idem	Idem	119,80	Actinolita serpentinito com Sulfêtos	(+)5000	700	70	500	15	100	38	-	-	-
JF-188	Idem	Idem	267,20	Actinolita serpentinito	(+)5000	1000	50	300	(-)5	50	25	-	-	-

CONTINUA

C.P.R.M.

TABELA 8.3 AMOSTRAGEM DE SUBSUPERFÍCIE REALIZADA NO DISTRITO CROMITÍFERO DE CAMPO FORMOSO — BAHIA

ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA SEMIQUANTITATIVA 1/

Amostra Nº	Localização	Furo	Prof. (m)	Descrição	Resultados Analíticos									
					Cr	Ni	V	Ti	Cu	Co	Zn	Mn	Pt	La
JF-189	Idem	1CF-11-BA	52,70	Serpentinito escuro	(+)5000	700	30	200	20	150	12	-	-	-
JF-190	Idem	Idem	110,10	Serpentinito verde	(+)5000	700	30	100	7	30	(-)12	-	-	-
JF-191	Idem	Idem	173,00	Serpentinito verde	(+)5000	2000	100	300	10	50	50	-	-	-
JF-192	Idem	Idem	265,50	Actinolita serpentinito	(+)5000	1000	30	200	5	50	(-)12	-	-	-
JF-193	Idem	1CF-12-BA	101,40	Serpentinito verde	(+)5000	1000	30	150	10	50	18	-	-	-
JF-194	Idem	Idem	70,40	Serpentinito verde claro	(+)5000	1000	20	100	(-) 5	50	25	-	-	-
JF-195	Idem	1CF-13-BA	65,30	Anfibolito Grosseiro	700	200	200	7000	70	50	12	-	-	-
JF-196	Idem	Idem	73,60	Anfibolito	500	200	200	7000	100	50	(-)12	-	-	-
JF-197	Idem	Idem	173,30	Serpentinito verde	5000	1000	50	100	20	150	12	-	-	-
JC-26	M.Pedrinhas	1CF-1-BA	94,70	Anfibolito com Sulfêtos	-	150	300	-	150	70	-	-	-	-
JC-28	Idem	Idem	218,61	Anfibolito	-	150	300	-	150	70	-	-	-	-
JC-39	M.Coitizeiros	1CF-13-BA	168,27	Hornblenda-plagioclásio gnaisse com Sulfêtos	-	150	200	-	150	30	-	-	-	-
JC-47	Idem	Idem	177,00	Idem	-	100	200	-	150	30	-	-	-	-
JC-51	Idem	Idem	182,00	Idem	-	70	150	-	70	20	-	-	-	-
JC-53	Idem	Idem	184,00	Idem	-	70	150	-	150	20	-	-	-	-
JC-60	Idem	1CF-2-BA	69,00	Anfibolito rico em Actinolita	-	150	300	-	150	30	-	-	-	-
JC-61	Idem	Idem	75,00	Idem	-	150	300	-	100	50	-	-	-	-
JC-62	Idem	Idem	83,00	Idem	-	150	300	-	150	50	-	-	-	-
JC-68	Idem	Idem	241,00	Anfibolito	-	150	300	-	150	50	-	-	-	-
JC-75	M.Campinhos	1CF-4-BA	107,00	Idem	-	100	150	-	100	20	-	-	-	-
JC-88	M.Coitizeiros	1CF-6-BA	43,00	Serpentinito com Sulfêtos	-	700	50	-	30	70	-	-	-	-
JC-89	Idem	Idem	49,00	Idem	-	1000	50	-	107	150	-	-	-	-
JC-135	Idem	1CF-12-BA	124,00	Hornblenda-plagioclásio gnaisse com Sulfêtos	-	50	-	-	70	10	-	-	-	-
JC-143	Idem	Idem	139,00	Idem	-	100	-	-	100	20	-	-	-	-
JC-144	Idem	Idem	140,00	Idem	-	150	-	-	150	50	-	-	-	-
JC-145	Idem	Idem	142,00	Idem	-	150	-	-	100	30	-	-	-	-
JC-150	Idem	Idem	152,00	Idem	-	30	-	-	50	10	-	-	-	-
JC-172	Idem	1CF-9-BA	125,00	Anfibolito com Sulfêtos	-	100	-	-	1000	30	-	-	-	-
JC-173	Idem	Idem	126,00	Idem	-	300	-	-	1000	150	-	-	-	-
JC-180	Idem	1CF-10-BA	127,00	Actinolita serpentinito com Sulfêtos disseminados	-	700	-	-	15	70	-	-	-	-
JC-181	Idem	Idem	145,00	Idem	-	1500	-	-	10	70	-	-	-	-
JC-194	Idem	1CF-11-BA	46,00	Talco-Carbonato-antigorita xisto com Sulfêtos	-	700	-	-	15	100	-	-	-	-
JC-195	Idem	Idem	72,00	Idem	-	1000	-	-	10	150	-	-	-	-
JC-219	Idem	1CF-14-BA	205,00	Hornblenda-plagioclásio-quartzo gnaisse com Sulfêtos	-	70	-	-	15	10	-	-	-	-
JC-222	Idem	Idem	208,00	Idem	-	30	-	-	30	10	-	-	-	-
JC-252	Idem	1CF-19-BA	195,00	Biotita-Hornblenda-plagioclásio gnaisse com Sulfêtos	-	60	-	-	50	20	-	-	-	-
JC-258	Idem	Idem	203,00	Idem	-	650	-	-	100	50	-	-	-	-
JC-260	Idem	Idem	205,00	Idem	-	610	-	-	200	50	-	-	-	-
JC-265	Idem	Idem	211,00	Idem	-	580	-	-	150	50	-	-	-	-
JC-266	Idem	Idem	212,00	Idem	-	360	-	-	150	35	-	-	-	-
JC-273	Idem	Idem	227,24	Idem	-	750	-	-	150	35	-	-	-	-
JC-275	Idem	Idem	229,00	Idem	-	260	-	-	150	35	-	-	-	-
JC-283	Idem	1CF-18-BA	47,00	Serpentinito com Sulfêtos	-	1600	-	-	(-) 5	125	-	-	-	-
JC-284	Idem	Idem	144,00	Anfibolito com Sulfêtos	-	80	-	-	75	20	-	-	-	-
JC-285	Idem	Idem	150,00	Idem	-	80	-	-	75	35	-	-	-	-
JC-287	Idem	1CF-17-BA	168,00	Actinolita gnaisse com Sulfêtos disseminados	-	80	-	-	75	20	-	-	-	-
JC-288	Idem	Idem	159,00	Idem	-	85	-	-	60	20	-	-	-	-

1/ Os resultados são apresentados em ppm.(G= maior que 100.000 ppm ou maior que o valor mostrado; N= não detectado, no limite de detecção ou no valor mostrado; O sinal (+) a frente do resultado significa que a concentração do elemento na amostra é superior ao valor tabulado e o sinal (-), que o elemento não foi detectado, sendo o valor tabulado o limite de detecção do método empregado).

As análises foram realizadas nos laboratórios da CPRM (JF-170), pelos químicos Maria Lúcia de Miranda e Lemos, Elizabeth d B.B. Winter Pecego, Hugo Augusto Spinelli, Cecile Stark Mayer e Carmen Lúcia S. Roquette Pinto, e do USGS (P-3A-P), por J.L. Harris.

Nas amostras enviadas para a CPRM, o ouro apresentou sempre concentração inferior a 20ppm, o arsênio concentração inferior a 200ppm,o molibdênio concentração inferior a 5ppm e a prata concentração inferior a 0,5ppm. A análise para zinco foi realizada pelo método colorimétrico. As determinações de platina não foram feitas por motivo de fôrça maior.

C.P.R.M.

TABELA 0.4 AMOSTRAGEM DE SUBSUPERFÍCIE REALIZADA NO DISTRITO CROMITÍFERO DE CAMPO FORMOSO — BAHIA

ANÁLISE QUÍMICA E CÁLCULO NORMATIVO 1/

Amostra Nº	Furo	Inter. Perf.	Mat. Perf.	Mat. Rec.	Resultados Analíticos (%)															
					RI	SiO_2	Cr_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	MgO	FeO	TiO_2	en	fo	$MgCr_2O_4$	$FeCr_2O_4$	$FeAl_2O_4$	$FeFe_2O_4$	Cr/Fe	$Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Fe^{+2})$
F-3A-P(N)	3A	-	-	-		21,5	17,3	6,4	5,5	23,5	9,9	-	23,0	28,2	12,7	15,5	11,3	9,3	0,98	0,369
F-3A-P(O)	3A	-	-	-		17,8	26,4	5,2	9,3	20,9	11,8	-	15,0	24,4	13,6	26,6	17,4	3,0	1,40	0,282
JC - 27	1CF-1-BA	195,36-195,85	0,49	0,49	9,6	9,3	33,8	18,8	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	-
JC - 63	1CF-2-BA	143,43-144,40	0,97	0,97	18,2	17,4	19,6	17,3	9,1	-	6,5	0,00	-	-	-	-	-	-	1,11	-
JC - 64	Idem	194,00-195,00	1,00	1,00	20,4	19,4	15,8	13,7	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,12	-
JC - 65	Idem	165,00-196,00	1,00	1,00	18,0	17,0	24,7	13,0	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	-
JC - 66	Idem	198,38-199,55	1,17	1,17	8,2	7,8	38,6	16,3	13,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	-
JC - 67	Idem	222,00-223,00	1,00	1,00	22,3	21,5	13,6	14,3	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	-
JC - 69	1CF-4-BA	28,00- 29,00	1,00	1,00	21,2	19,4	23,4	17,7	11,5	-	6,5	0,17	-	-	-	-	-	-	1,30	-
JC - 70	Idem	55,61- 55,95	0,34	0,34	16,1	15,6	20,2	22,9	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	-
JC - 71	Idem	56,11- 56,52	0,41	0,41	20,0	19,3	17,3	20,7	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	-
JC - 72	Idem	31,58- 32,75	1,17	0,83	20,8	20,1	20,0	21,2	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	-
JC - 73	Idem	85,00- 85,59	0,59	0,59	15,1	15,0	28,8	16,9	8,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	-
JC - 74	Idem	88,85- 89,08	0,23	0,23	17,8	17,4	26,3	25,3	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC - 76	1CF-5-BA	34,00- 35,00	1,00	1,00	31,2	31,1	16,8	14,0	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,18	-
JC - 77	Idem	37,00- 38,00	1,00	1,00	30,0	29,6	13,5	11,3	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	-
JC - 78	Idem	39,00- 40,00	1,00	0,72	14,9	14,6	34,3	18,1	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	-
JC - 79	Idem	40,00- 41,00	1,00	0,85	13,5	13,2	31,9	21,9	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	-
JC - 80	Idem	41,00- 42,00	1,00	0,67	12,3	11,9	33,5	20,2	9,9	-	7,5	0,17	-	-	-	-	-	-	1,64	-
JC - 81	Idem	42,00- 43,00	1,00	0,48	19,6	19,0	24,7	15,2	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	-
JC - 82	Idem	46,35- 46,55	0,20	0,20	11,0	10,8	35,5	21,1	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	-
JC - 83	Idem	46,95- 47,55	0,60	0,60	8,7	8,4	39,0	16,0	9,9	-	7,6	0,17	-	-	-	-	-	-	2,39	-
JC - 84	Idem	48,35- 49,00	0,65	0,43	9,4	9,1	37,5	17,6	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	-
JC - 85	Idem	49,00- 50,00	1,00	1,00	16,6	16,2	27,2	15,5	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	-
JC - 86	Idem	50,00- 51,00	1,00	0,37	14,5	14,2	29,4	17,8	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	-
JC - 87	Idem	53,00- 53,25	0,25	0,25	7,3	7,0	37,4	25,3	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	-
JC - 90	1CF-6-BA	145,00-146,00	1,00	0,95	21,7	21,0	14,8	19,7	10,8	-	6,6	0,00	-	-	-	-	-	-	0,73	-
JC - 91	Idem	146,00-147,00	1,00	1,00	27,4	26,4	15,9	14,4	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,08	-
JC - 92	Idem	149,44-150,00	0,56	0,56	16,2	15,7	24,8	20,3	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	-
JC - 93	Idem	142,10-142,65	0,55	0,55	26,9	26,1	15,9	20,3	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77	-
JC - 94	Idem	150,00-151,00	1,00	1,00	13,5	13,0	29,4	20,0	12,2	-	6,1	0,05	-	-	-	-	-	-	1,44	-
JC - 95	Idem	151,00-151,75	0,75	0,55	12,0	11,7	26,9	21,2	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25	-
JC - 96	Idem	154,00-155,00	1,00	1,00	23,0	20,0	17,7	16,6	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	-
JC - 97	Idem	155,00-156,00	1,00	1,00	29,3	23,9	15,3	17,0	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	-
JC - 98	Idem	185,00-186,00	1,00	1,00	29,4	23,9	12,6	14,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	-
JC - 99	Idem	187,00-188,00	1,00	1,00	26,7	24,5	11,3	14,9	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75	-
JC -100	1CF-7-BA	62,00- 63,00	1,00	1,00	37,7	37,4	0,3	9,2	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-
JC -101	Idem	134,00-135,00	1,00	0,75	19,2	18,6	20,0	19,3	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC -102	Idem	135,00-136,00	1,00	1,00	22,3	22,0	19,0	18,7	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-
JC -103	Idem	136,00-137,00	1,00	0,80	22,9	22,6	16,2	19,0	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-
JC -104	Idem	139,00-140,00	1,00	0,90	26,8	26,6	9,7	16,1	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-
JC -105	Idem	155,00-156,00	1,00	1,00	22,1	21,7	14,0	16,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82	-
JC -106	Idem	157,00-158,00	1,00	1,00	24,3	24,2	9,8	12,6	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	-
JC -107	Idem	158,00-159,00	1,00	1,00	28,9	28,5	10,6	11,5	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,78	-
JC -108	Idem	160,00-161,00	1,00	1,00	26,4	26,3	12,8	13,2	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	-
JC -109	Idem	161,00-162,00	1,00	1,00	24,8	24,7	15,0	15,4	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	-
JC -110	Idem	162,00-163,00	1,00	0,82	25,3	25,0	15,4	15,0	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC -111	Idem	163,00-164,00	1,00	0,90	26,9	26,6	11,7	12,4	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	-
JC -112	Idem	164,00-165,00	1,00	1,00	25,8	25,6	13,3	14,1	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	-
JC -113	Idem	165,00-166,00	1,00	1,00	25,3	25,1	13,2	13,6	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	-
JC -114	Idem	166,00-167,00	1,00	0,82	22,2	22,0	15,6	15,1	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,01	-
JC -115	Idem	167,00-168,00	1,00	1,00	24,4	23,7	14,4	13,8	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03	-
JC -116	Idem	168,00-169,00	1,00	1,00	25,3	24,6	14,7	14,0	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -117	Idem	169,00-170,00	1,00	1,00	25,7	25,7	13,6	12,7	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	-
JC -118	Idem	177,00-177,60	0,60	0,60	22,6	21,3	18,8	16,3	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14	-
JC -119	Idem	178,00-178,85	0,85	0,85	12,5	12,2	28,1	22,4	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79	-
JC -120	Idem	180,00-181,00	1,00	1,00	24,8	22,6	15,8	14,3	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,08	-
JC -121	Idem	182,00-183,00	1,00	1,00	25,8	24,1	15,4	13,8	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,09	-
JC -122	Idem	183,00-184,00	1,00	1,00	24,8	21,9	17,2	14,8	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,15	-
JC -123	Idem	184,00-184,67	0,67	0,56	14,5	14,2	28,4	20,6	9,3	-	7,6	0,00	-	-	-	-	-	-	1,35	-
JC -124	Idem	170,00-171,00	1,00	0,52	26,4	25,6	12,8	12,1	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -125	Idem	171,00-172,00	1,00	1,00	22,7	21,7	18,8	16,8	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,10	-
JC -126	Idem	172,00-173,00	1,00	1,00	24,7	24,3	13,4	13,0	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC -127	Idem	197,00-198,00	1,00	1,00	24,1	23,8	15,1	14,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-
JC -128	Idem	198,00-199,00	1,00	1,00	26,6	26,3	11,7	11,3	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,01	-
JC -153	1CF-8-BA	38,32- 42,80	4,48	1,38	13,1	12,5	28,3	19,4	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	-
JC -154	Idem	45,10- 46,26	1,16	1,16	18,6	17,1	16,5	27,6	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	-
JC -155	Idem	72,43- 73,00	0,57	0,40	23,7	23,1	15,1	17,5	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	-
JC -156	Idem	73,00- 74,24	1,24	1,24	23,2	22,6	13,9	17,5	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77	-
JC -157	Idem	75,00- 76,00	1,00	1,00	23,7	22,9	14,9	16,5	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	-
JC -158	Idem	76,00- 77,00	1,00	1,00	22,7	22,0	14,7	17,3	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	-
JC -159	Idem	77,00- 78,00	1,00	0,94	22,9	22,2	15,9	18,1	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,87	-
JC -160	Idem	78,00- 79,00	1,00	0,93	24,8	24,4	8,1	16,5	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-
JC 161	Idem	120,73-122,19	1,46	1,33	21,6	21,1	15,5	18,6	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-
JC -162	Idem	123,76-124,56	0,80	0,80	23,0	21,2	13,7	18,3	9,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	-
JC -163	Idem	138,77-140,00	1,23	1,23	16,7	15,6	27,2	19,4	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	-
JC -164	Idem	140,00-140,72	0,72	0,72	12,2	11,4	33,0	20,0	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	-
JC -165	Idem	141,11-142,00	0,89	0,89	8,9	8,4	39,3	20,3	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	-
JC -166	Idem	142,00-143,00	1,00	1,00	22,4	21,7	18,7	14,0	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-
JC -167	Idem	143,00-143,83	0,83	0,83	24,4	23,5	13,9	11,3	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,21	-
JC -168	Idem	145,00-146,00	1,00	1,00	11,6	11,1	33,9	20,3	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	-
JC -169	Idem	146,70-147,75	1,05	0,68	21,6	20,6	19,7	16,6	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	-
JC -170	Idem	147,75-148,39	0,64	0,64	12,2	11,4	35,1	22,9	13,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	-
JC -171	Idem	162,00-162,52	0,52	0,52	15,7	14,9	26,3	27,2	8,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	-
JC -174	1CF-9-BA	13,97- 15,58	1,61	0,27	14,2	13,4	32,3	21,5	13,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	-
JC -175	Idem	15,58- 17,58	2,00	0,49	17,2	16,5	27,5	18,3	12,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	-
JC -176	Idem	17,58- 20,13	2,55	0,25	16,8	16,3	22,9	17,2	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-
JC -177	Idem	20,13- 21,73	1,60	0,21	14,5	14,0	32,0	20,9	12,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	-
JC -178	Idem	21,73- 24,28	2,55	0,31	15,0	14,4	20,6	21,9	11,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	-
JC -179	Idem	30,21- 31,28	1,07	1,07	9,2	8,6	40,3	21,7	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	-
JC -182	1CF-10-BA	156,75-157,50	0,75	0,75	28,4	27,8	12,8	16,2	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,38	-
JC -183	Idem	158,80-160,00	1,20	1,20	27,6	23,2	14,7	13,3	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	-
JC -184	Idem	160,00-161,43	1,43	1,43	17,4	16,0	22,4	18,7	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-
JC -185	Idem	173,00-173,95	0,95	0,95	12,4	11,0	15,8	15,7	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91	-
JC -186	Idem	174,00-175,00	1,00	1,00	22,9	21,6	18,9	16,8	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75	-
JC -187	Idem	182,00-183,15	1,15	1,15	23,8	22,2	15,3	17,8	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	-
JC -188	Idem	192,00-193,33	1,33	1,33	22,8	21,3	13,8	22,2	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	-

continua

C.P.R.M.

TABELA 8.4 AMOSTRAGEM DE SUBSUPERFÍCIE REALIZADA NO DISTRITO CROMITÍFERO DE CAMPO FORMOSO — BAHIA

ANÁLISE QUÍMICA E CÁLCULO NORMATIVO 1/

Amostra Nº	Furo	Inter. Perf.	Met. Perf.	Met. Rec.	Resultados Analíticos (%)															
					RI	SiO_2	Cr_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	MgO	FeO	TiO_2	en	fo	$MgCr_2O_4$	$FeCr_2O_4$	$FeAl_2O_4$	$FeFe_2O_4$	Cr/Fe	$Fe^{+3}/(Fe^{+2}+Fe^{+3})$
JC -189	1CF-10-BA	190,65-192,00	1,35	1,35	24,1	22,2	13,6	19,4	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-
JC -190	Idem	187,40-188,50	1,10	1,10	20,9	19,4	19,0	21,1	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -191	Idem	210,41-211,00	0,59	0,59	24,5	21,2	13,4	24,1	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,19	-
JC -192	Idem	218,35-219,00	0,65	0,65	25,5	24,1	10,1	19,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	-
JC -193	Idem	219,00-220,00	1,00	1,00	27,0	26,4	10,9	17,0	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63	-
JC -196	1CF-11-BA	112,37-113,00	0,63	0,63	23,0	22,7	16,7	17,0	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96	-
JC -197	Idem	113,00-114,05	1,05	1,05	20,8	19,8	16,4	16,5	9,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98	-
JC -198	Idem	115,00-115,70	0,70	0,70	18,7	17,8	23,3	21,2	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	-
JC -199	Idem	123,52-124,00	0,48	0,48	17,3	17,1	23,0	20,2	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,12	-
JC -200	Idem	124,00-125,00	1,00	0,88	20,5	19,7	15,2	18,6	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80	-
JC -201	Idem	125,00-126,20	1,20	1,20	22,8	22,4	17,7	18,1	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96	-
JC -202	Idem	129,00-130,00	1,00	1,00	24,5	24,2	16,0	15,9	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99	-
JC -203	Idem	130,00-131,00	1,00	1,00	27,2	27,1	11,4	13,3	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-
JC -204	Idem	132,24-133,00	0,76	0,76	23,1	22,6	19,0	17,9	9,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -205	Idem	133,00-134,00	1,00	1,00	23,9	23,2	18,1	17,4	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC -206	Idem	134,36-135,00	0,64	0,64	22,8	22,2	17,8	17,2	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC -207	Idem	135,00-136,00	1,00	1,00	24,2	23,3	17,7	16,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	-
JC -208	Idem	136,27-137,56	1,29	1,29	23,2	23,3	17,2	16,5	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,15	-
JC -209	Idem	151,00-152,00	1,00	1,00	24,3	23,5	12,4	12,9	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	-
JC -210	Idem	152,30-153,45	1,15	1,15	24,5	23,6	16,2	14,1	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,27	-
JC -211	Idem	153,45-153,75	0,30	0,30	10,3	10,2	20,5	22,9	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98	-
JC -212	Idem	153,75-154,00	0,25	0,25	6,8	6,0	22,0	27,4	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	-
JC -213	Idem	155,87-156,18	0,31	0,31	13,9	13,5	21,8	23,9	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	-
JC -214	Idem	169,56-169,56	0,56	0,56	14,2	13,5	22,8	21,2	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	-
JC -215	Idem	226,80-228,00	1,20	1,20	12,8	12,1	34,3	20,2	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	-
JC -216	Idem	229,32-230,26	0,94	0,94	11,6	11,1	34,3	17,5	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	-
JC -217	Idem	235,48-235,95	0,47	0,47	14,0	13,2	25,8	16,0	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	-
JC -218	Idem	237,01-238,06	1,05	1,05	7,1	6,9	34,9	22,0	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	-
JC -224	1CF-15-BA	20,75- 23,95	3,20	1,08	22,5	19,6	24,0	18,4	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	-
JC -225	Idem	57,88- 59,00	1,12	1,12	21,0	19,1	16,7	19,4	8,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-
JC -226	Idem	59,00- 60,00	1,00	1,00	23,7	19,9	15,8	17,1	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	-
JC -227	Idem	60,00- 61,00	1,00	1,00	22,2	19,3	18,1	18,0	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99	-
JC -228	Idem	61,00- 62,00	1,00	1,00	25,8	21,9	15,3	15,2	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99	-
JC -229	Idem	62,00- 63,13	1,13	1,13	27,4	22,8	14,5	15,0	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96	-
JC -230	Idem	63,34- 64,14	0,80	0,80	27,3	19,7	14,3	16,8	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-
JC -231	Idem	68,90- 69,59	0,69	0,69	21,9	18,5	21,0	21,1	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	-
JC -232	Idem	70,48- 71,46	0,98	0,98	23,8	17,9	18,5	17,6	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -233	Idem	71,46- 72,38	0,92	0,92	26,8	21,1	15,9	15,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99	-
JC -234	Idem	79,56- 80,82	1,26	1,26	26,2	19,2	16,3	15,5	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-
JC -235	Idem	80,82- 82,00	1,18	1,18	27,5	20,5	16,2	14,1	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14	-
JC -236	Idem	82,46- 84,00	1,54	1,54	29,9	20,8	14,2	12,5	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -237	Idem	88,00- 89,00	1,00	1,00	27,0	19,9	15,4	14,4	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-
JC -238	Idem	90,72- 91,49	0,77	0,77	20,3	17,8	23,2	20,4	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11	-
JC -239	Idem	109,30-109,83	0,53	0,53	11,7	10,9	33,1	24,0	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	-
JC -240	1CF-16-BA	70,25- 71,20	0,95	0,95	-	9,6	26,9	3,0	9,9	-	15,5	0,06	-	-	-	-	-	-	1,70	-
JC -281	1CF-18-BA	176,16-176,16	0,64	0,64	-	9,3	41,3	4,0	10,9	-	15,7	0,06	-	-	-	-	-	-	2,50	-
JC -282	Idem	177,20-178,00	1,80	1,80	-	5,0	43,6	4,0	11,9	-	15,7	0,06	-	-	-	-	-	-	2,63	-
JC -286	1CF-17-BA	90,78- 92,53	1,75	1,75	-	6,8	29,9	4,4	8,9	-	13,5	0,06	-	-	-	-	-	-	1,99	-
JC -301	1CF-16-BA	10,88- 13,43	2,55	0,57	-	-	31,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -302	Idem	18,79- 21,34	2,55	0,20	-	-	29,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -303	Idem	30,00- 31,26	1,26	1,26	-	-	13,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -304	Idem	61,58- 62,40	0,82	0,82	-	-	19,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -305	Idem	66,67- 67,67	1,00	0,76	-	-	24,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -306	Idem	67,67- 68,67	1,00	0,22	-	-	40,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -307	Idem	68,67- 69,90	1,23	0,74	-	-	32,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -308	Idem	71,20- 71,67	0,47	0,47	-	-	18,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -309	Idem	73,71- 74,66	0,47	0,47	-	-	33,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -310	Idem	75,00- 76,30	1,30	1,09	-	-	32,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -311	Idem	81,75- 81,95	0,20	0,20	-	-	26,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -312	Idem	95,70- 96,20	0,50	0,50	-	-	28,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -313	Idem	100,65-102,65	2,00	0,59	-	-	22,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -314	1CF-17-BA	85,00- 86,48	1,48	0,83	-	-	26,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -315	Idem	86,48- 87,48	1,00	0,52	-	-	34,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -316	Idem	87,48- 88,36	0,88	0,20	-	-	34,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -317	Idem	123,58-124,71	1,13	1,13	-	-	28,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -318	1CF-18-BA	66,76- 69,28	2,52	0,48	-	-	27,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -319	Idem	92,30- 92,60	0,30	0,30	-	-	14,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -320	Idem	97,20- 97,45	0,25	0,25	-	-	24,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -321	Idem	167,79-169,00	1,21	1,21	-	-	22,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -322	Idem	170,85-171,95	1,10	1,10	-	-	35,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -323	Idem	171,95-172,70	0,75	0,75	-	-	22,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -324	Idem	172,70-173,30	0,60	0,60	-	-	37,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -325	Idem	174,30-174,88	0,58	0,58	-	-	34,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -326	Idem	178,00-179,00	1,00	1,00	-	-	40,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -327	Idem	186,43-187,00	0,57	0,57	-	-	15,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JC -328	Idem	187,00-188,10	1,10	1,10	-	-	30,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1/ Todas as análises referem-se a minérios de cromita (serpentinitos cromitíferos a cromititos maciços) coletados a partir dos furos de sondagem realizados pela CPRM, na Mina Coitiseiros, com exceção das duas primeiras, coletadas na Mina Pedrinhas.

Dosagens realizadas em algumas amostras selecionadas deram para o MnO sempre teores inferior a 0,6%.

As análises foram feitas nos laboratórios da CPRM (JC-213), pelos químicos Maria Yelda Esteves Ramos e Cecilia Marques Coelho, da Universidade Federal da Bahia (JC-301 a JC-328) pelo químico Afrânio Torres Filho, e do USGS (F-3A-P) por J. Warr e J. Dinnin.

PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

9.1 Gravimetria Regional

Em consequência das conclusões de Thayer (1970), enquadrando no tipo estratiforme os depósitos de cromita de Campo Formoso, evidenciou-se a necessidade de localizar o restante do complexo ultramáfico. Visando a elucidação deste problema, uma equipe de geofísica do DNPM realizou um levantamento gravimétrico regional, cujos resultados, em resumo, são comentados a seguir.

9.1.1 Metodologia de Trabalho

Como base topográfica, foram usados mapas do IBGE, na escala 1:100.000. Ao todo foram levantadas 273 estações, numa razão de uma estação por 15 quilômetros quadrados.

As leituras gravimétricas foram obtidas através de um gravímetro da Worden, modelo 112, número 686, ficando a precisão em torno de 0,2 miligal. Com bases altimétricas pré-estabelecidas, os dados altimétricos revelaram uma precisão na elevação de ± 1,0 metro.

Através da zona M da carta de Hammer, calculou-se a correção de terreno aplicada nas leituras feitas entre Campo Formoso e Antônio Gonçalves no valor de 3,22 mgal. Usou-se um fator de correção de elevação de 0,2 mgal/m (tomando $p = 2,67\ g/cm^3$).

Correções diurnas de altitude foram obtidas através de duas leituras, espaçadas de 3 a 4 horas, em um altímetro fixo numa base. O valor de 0,20 mgal/km foi empregado para a correção de latitude.

9.1.2 Resultados Obtidos

Claramente identificável no mapa Bouguer (Anexo XXXIV), a Serra de Jacobina é muito bem representada pelo gradiente abrupto, crescente de oeste para leste, que acompanha, mais ou menos, o seu contorno.

Anomalias fechadas, locais, podem ser observadas no mapa, e inferidas as suas relações com as rochas existentes na área.

Os dois baixos gravimétricos mais destacados, um detectado a noroeste de Campo Formoso e o outro próximo a Campo do Meio, são significativas respostas às rochas existentes nesses locais, respectivamente o granito de Campo Formoso e o granito de Carnaíba.

Os altos gravimétricos são em maior número e justificados por causas diferentes. Assim, próximo a Antônio Gonçalves, os dois distintos altos correspondem à Formação Cruz das Almas, objetivo de algumas prospecções de manganês.

A este de Pindobaçu e Saúde, destacam-se dois altos gravimétricos, alongados na direção norte-sul, e fechados com isogálicas de igual valor. Representam corpos semelhantes, separados por falhamentos

(mapeados no campo), constituídos de ultrabásicas encobertas pelos xistos, mas aflorantes perto de Saúde, onde localmente ocorre cromita. Analogamente, admite-se a existência de um corpo muito denso, sob os quartzitos da Formação Rio do Ouro, para explicar o alto gravimétrico observado em Lagoa Grande, ao sul de Campo Formoso.

Medidas da densidade de Bulk foram tomadas na área levantada, cujos valores para os principais tipos de rocha, são os seguintes:

Medidas da densidade de Bulk

ROCHA	DENSIDADE MÉDIA (g/cm^3)	OBSERVAÇÕES
Granito	2,61	-
Quartzito	2,66	-
Filito	2,26	Parcialmente intemperizado
Metaperidotito	2,90	Sem cromita e pouco alterado
Cromitito	3,66	-

9.2 Magnetometria Terrestre

9.2.1 Introdução

Das primeiras técnicas geofísicas introduzidas na exploração mineral, o método magnético utiliza um campo natural de forças resultantes do campo magnético terrestre e do criado pelos corpos geológicos.

A magnetometria terrestre, devido a sua grande aplicabilidade e facilidade de operação, situa-se entre os mais econômicos e rápidos métodos geofísicos.

Tendo-se conhecimento dos resultados de ensaios realizados com o método da magnetometria terrestre, componente vertical, em áreas das Minas de Cascabulhos e Campinhos, locais de conhecidas faixas de metaultramáficas, partiu-se para o levantamento magnetométrico, que tomou efeito entre agosto e dezembro de 1971.

Toda a faixa que vai da Mina de Pedrinhas até a Fazenda Gameleira, numa extensão aproximada de 10 quilômetros, foi pesquisada.

Os depósitos de cromita encontram-se numa faixa de rochas ultramáficas, encaixada entre os quartzitos do Grupo Jacobina e o granito de Campo Formoso, localizada a oeste da Serra de Jacobina. A mineralização relaciona-se à zona serpentinítica, e a cromita ocorre em camadas com espessura em torno de 1 metro.

Sendo o depósito do tipo estratiforme, a sua continuidade lateral é interrompida apenas por falhamentos.

9.2.2 Trabalhos Anteriores Realizados

A única aplicação conhecida do método magnético na área consistiu em ensaios realizados por Hoover e Moraes (1969 e 1970). Foi concluido destes ensaios que o emprego da magnetometria de superfície era de

utilidade na orientação dos programas de sondagem e no mapeamento geológico dos cromititos e das suas rochas encaixantes.

Concluiu-se também quanto à limitação do método no caso de pequena espessura das camadas de cromitito, com variação nas suas susceptibilidades magnéticas.

9.2.3 Viabilidade do Método Magnético na Prospecção para Cromita

Em diversas áreas do mundo, o método magnético tem sido aplicado na prospecção de cromita, com êxito bastante discutido.

No Irã, após aplicar-se a magnetometria sobre uma área mineralizada em cromita já conhecida, chegou-se a anomalias tomadas como padrões. Em seguida, fizeram-se levantamentos magnetométricos em outras áreas não exploradas, resultando anomalias semelhantes àquelas pré-determinadas. Sondagens posteriores mostraram que o correspondente geológico da anomalia é uma grande massa de dunito dentro do serpentinito.

Ainda no Irã, um grande depósito cromitífero, comprovado por sondagens, não teve indicação anômala pela magnetometria.

Anomalias magnéticas, observadas em 3 áreas de cromita na Turquia, foram detectadas em locais que não se faziam presentes os corpos mineralizados.

Brechas e variação na intensidade do campo magnético na rocha encaixante causaram as citadas anomalias.

Um dos principais problemas no levantamento magnetométrico realizado no distrito cromitífero de Campo Formoso, foi a presença de magnetita disseminada nas rochas metaultramáficas. A facilidade de migração deste mineral, preenchendo zonas de fraturas, provoca uma falsa interpretação de corpos tabulares cromitíferos.

A pouca espessura das camadas de cromitito, situadas em profundidades cujo alcance do método já deixa a desejar, constitui outro entrave considerável a um maior sucesso.

Quanto à delimitação da metaultramáfica, os resultados são mais satisfatórios, embora em algumas áreas, os contatos, principalmente com o granito, fossem inferidos a partir da associação com a geologia.

9.2.4 Metodologia de Trabalho

Com as picadas abertas transversalmente à faixa ultramáfica, orientadas inicialmente à bússola e com espaçamento de 100 metros, as leituras foram feitas de 5 em 5 metros, com raras exceções.

As picadas foram levantadas posteriormente com prancheta e alidade, na escala 1:1000, sendo os dados de campo, por conveniência técnica, plotados na escala 1:2000, na qual foram confeccionados os mapas.

Por ser um levantamento relativamente extenso, resolveu-se executá-lo por áreas, sendo o estudo destas, por questões de ordem técnica, dividido em etapas; assim tem-se as áreas de Valérios, Cansa Cavalo (duas etapas), Limoeiro (tres etapas) e Gameleira (duas etapas).

Para cada etapa levantada elaborou-se mapa de isoanomalias, perfis magnetométricos e mapa controle de medidas apresentando as linhas levantadas.

A partir dos dados obtidos pela magnetometria e de observações de campo, foram feitos mapas geológicos na escala 1:2000 destas áreas.

No levantamento magnetométrico empregou-se um magnetômetro tipo "flux-gate", modelo W505 da Jalander, sensível às variações da componente vertical do campo magnético terrestre. A precisão do aparelho utilizado é de ± 50 gamas.

A correção magnetométrica foi sempre feita tomando uma estação de fácil acesso e retornando a ela de duas em duas horas.

Para as medidas de susceptibilidade magnética, foi usada a ponte Sharpe-SM4 da "Scintrex", efetuando-se medidas dos principais tipos de rocha, tanto da faixa metaultramáfica como de suas encaixantes, com exceção do quartzito. As medidas foram tomadas em 19 amostras de testemunhos de sondagem, com diâmetro Ax, com mais de 8 centímetros de comprimento.

9.2.5 Medidas de Susceptibilidade Magnética dos Principais Tipos de Rocha

Entende-se por susceptibilidade magnética de um corpo, a sua capacidade de adquirir magnetização em presença do campo magnético. Esta magnetização é definida geralmente pela expressão M = KHo, onde K é a susceptibilidade expressa em emu/cm^3 e Ho é o campo magnético em oerstedes.

A susceptibilidade das rochas depende das características dos minerais magnéticos que as compõem, tais como composição química, fração volumétrica, estado de magnetização e tamanho dos grãos.

Medidas de susceptibilidade de testemunhos coletados

FURO	PROF.	ROCHA/MINÉRIO	K (EMU/CM^3)
1CF-18-BA	171,18m	Cromitito com 95% de Cromita	0.000170
1CF-17-BA	86,48m	Cromitito com 90% de Cromita	0.000330
1CF-16-BA	67,28m	Cromitito com 50% de Cromita	0.000250
1CF-16-BA	73,76m	Cromitito com 25% de Cromita	0.000330
1CF-6 -BA	42,60m	Cromitito com 80% de Cromita	0.000500
1CF-6 -BA	151,40m	Cromitito com 50% de Cromita	0.000200
1CF-17-BA	215,40m	Serpentinito	0.002310
1CF-18-BA	58,82m	Serpentinito	0.001300
1CF-4 -BA	114,11m	Serpentinito	0.002000

1CF-19-BA	118,10m	Serpentinito com fratura preenchida com magnetita	0.006800
1CF-3 -BA	35,53m	Serpentinito com fratura preenchida com magnetita	0.009000
1CF-5 -BA	44,06m	Serpentinito com pouca cromita e magnetita	0.001000
1CF-1 -BA	122,65m	Serpentinito com pouca cromita e magnetita	0.005100
1CF-8 -BA	122,04m	Serpentinito com fratura preenchida com magnetita	0.005200
1CF-1 -BA	72,80m	Anfibolito	0.000170
1CF-19-BA	177,00m	Anfibolito com sulfeto disseminado	0.000170
1CF-17-BA	163,00m	Anfibolito com sulfeto disseminado	0.000170
1CF-12-BA	157,10m	Granito	0.000084
1CF-19-BA	242,05m	Granito-gnaisse	0.000116

Diante dos dados, observa-se que o cromitito apresenta uma grande variação na sua susceptibilidade, enquanto para o serpentinito puro, o anfibolito e o granito-gnaisse ela se mantém aproximadamente constante.

Já o serpentinito com magnetita ou cromita apresenta também grande variação na susceptibilidade: Daí, admite-se que a presença desses dois minerais causa estas variações.

9.2.6 Resultados Obtidos

Valérios

Esta área situa-se entre a Mina de Coitizeiros, escavação B,e o início da Mina de Pedrinhas.

A faixa metaultramáfica apresenta-se com uma largura média estimada em 500 metros. O seu contato com o granito foi traçado com auxílio da fotointerpretação e dados de sondagens existentes.

A norte e a leste da área, a grande quantidade de magnetita disseminada no solo, causando altos valores, mascarou o contraste ultramáfica/granito. Na parte oeste, as leituras foram influenciadas pela contaminação da lavra.

O contato com o quartzito pode ser traçado observando-se, em conjunto, os perfis magnetométricos e o mapa de isoanomalias.

Estudando esses mesmos elementos, interpretou-se que o perfil magnetométrico 4 havia atravessado um corpo tabular e então programou-se o furo 1CF-14-BA. Concluiu-se que a magnetita disseminada no solo e preenchendo fraturas conduziu à citada interpretação.

Correlacionando-se o perfil geológico I-I' que compreende os furos 1CF-16-BA, F-3 e 1CF-7-BA (Anexo V.III) com o perfil magnetométrico 1, são feitas as seguintes observações: à camada inclinada de cromi-

tito atravessada pelo furo 1CF-16-BA, em profundidade rasa, corresponde uma forte anomalia no perfil magnetométrico; esta mesma camada, já com mergulho sub-horizontal é atravessada pelo F-3, sem que haja indicação anômala da magnetometria. Para o sul, há um adelgaçamento da camada que, aliado a maior profundidade, faz com que a magnetometria não a acuse.

Localizados já na Mina de Pedrinhas, os furos F-94-S1 e F-95, contidos nas seções J-J' e K-K' (Anexo III.I), atravessaram camadas mineralizadas de cromita. Pelo perfil magnetométrico 13 não há anomalia que corresponda à camada cromitífera inclinada, atravessada pelo F-94-S1 a uma profundidade aproximada de 50 metros. Uma anomalia pouco intensa, porém, é registrada, correspondendo às camadas quase aflorantes atravessadas pelo F-95. Baixas susceptibilidades magnéticas devem ter sido as causas das fracas indicações destas camadas. Na parte norte do perfil magnetométrico, a contaminação da lavra e muita magnetita no serpentinito prejudicaram os resultados.

Através das seções geológicas K-K' e L-L' observa-se a passagem do limite da zona mineralizada, sem que o perfil magnetométrico 12, que também o atravessou, deixasse qualquer indicação correspondente. Registre-se porém, uma anomalia no local do furo F-95'-S2, onde camadas cromitíferas estão ausentes, havendo predomínio dos serpentinitos.

A integração das seções geológicas L-L', M-M', N-N' e O-O' (Anexo III.I) com os perfis magnetomé-

tricos 9, 10 e 11 não fornece qualquer subsídio quanto a zonas mineralizadas.

A disposição irregular das curvas nos perfis 10 e 11, na parte norte, é causada pela magnetita disseminada nos serpentinitos e xistos.

Cansa Cavalo

Limitando-se a oeste pela última frente de trabalho da Mina de Coitizeiros e a leste pela Vila de Limoeiro, esta área foi dividida em duas etapas: Cansa Cavalo I e II.

A faixa metaultramáfica apresenta-se com uma largura média de 400 metros, e o seu contato com o granito foi determinado com o auxílio de fotointerpretação e dados geológicos.

Como aconteceu em Valérios, verifica-se uma tendência para altos valores em direção ao lado norte.

Anomalias mostradas pelos perfis magnetométricos 2 e 3 sugeriam a existência de camada de cromitito no local. Buscando comprovação, realizou-se o furo 1CF-13-BA, mas o resultado foi semelhante ao de Valérios, com muita magnetita preenchendo fraturas causando a anomalia.

A partir daí, resolveu-se utilizar o método magnetométrico apenas como auxílio ao mapeamento geológico da faixa metaultramáfica.

A correlação da seção geológica L-L' realizada na Mina de Coitizeiros (Anexo V.III), com o perfil magnetométrico 1, mostrou que as camadas de cromitito atravessadas pelo furo 1CF-11-BA não foram confirmadas pela magnetometria, possivelmente devido a profundidade em que se encontram. Como na época do levantamento, os furos 1CF-8-BA e 1CF-9-BA estavam em operações de sondagem, não se fizeram leituras próximas ao equipamento de perfuração. A disposição irregular das curvas nos locais dos furos 1CF-19-BA e 1CF-12-BA não indica existência de corpo tabular, fato comprovado pelas sondagens.

Limoeiro

Dividida em 3 etapas (Limoeiro I, II e III), esta área se estende da Vila de Limoeiro ao limite este da Fazenda Gameleira.

A faixa metaultramáfica apresenta uma largura média de 150 metros, e os seus contatos com o granito e o quartzito foram devidamente marcados a partir dos dados magnetométricos, em plena concordância com os dados geológicos.

O estrangulamento da faixa ultramáfica, ausente em cerca de 300 metros, observado na etapa Limoeiro I, foi interpretado a partir dos perfis magnetométricos e mapa de isoanomalias.

No local correspondente à Mina de Limoeiro, houve uma indicação anômala no mapa de isoanomalias.

Há no perfil 10 da etapa Limoeiro II, uma boa indicação anômala, sugerindo um corpo tabular de cromitito a profundidade rasa, porém devido aos insucessos em Valérios e Cansa Cavalo, não se fez sondagem para comprovação.

Magnetita preenchendo fraturas, possivelmente, foi a causa da irregularidade das curvas dos últimos perfis magnetométricos na etapa Limoeiro II.

Na etapa Limoeiro III há uma disposição regular das curvas de isoanomalias, com exceção apenas nas extremidades norte do perfil 32 e sul do perfil 36.

Gameleira

Esta área se estende do limite este da Fazenda Gameleira até as proximidades da linha férrea que serve a Campo Formoso. Foi dividida em duas etapas: Gameleira I e II.

A largura média da faixa metaultramáfica é em torno de 50 metros e os contatos com o granito e o quartzito puderam ser bem determinados.

Há uma omissão, por cerca de 800 metros, da faixa ultramáfica. Aí, o contato granito/quartzito foi marcado com auxílio de fotointerpretação e dados de geologia de campo.

Na etapa Gameleira II, uma anomalia muito forte é delineada nos perfis magnetométricos 21, 22, 24 e 25, e a disposição das curvas de isoanomalias sugere a possibilidade de um falhamento.

10. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

10.1 Aplicabilidade do Método na Prospecção de Cromita

A prospecção geoquímica para cromo na faixa de rochas metaultramáficas, próximas a Campo Formoso, é impraticável em virtude da existência de depósitos superficiais de meia encosta. Estes depósitos atingem espessuras consideráveis e estão constantemente submetidos a movimentos mecânicos, de tal forma que, as informações que podem ser obtidas pela análise de solo superficial devem ser interpretadas de maneira muito sofisticada e carecem de utilidade.

A atividade mineira local contaminou completamente a drenagem, tornando incoerente uma amostragem em sedimento ativo, para fração argilosa ou concentrados de bateia.

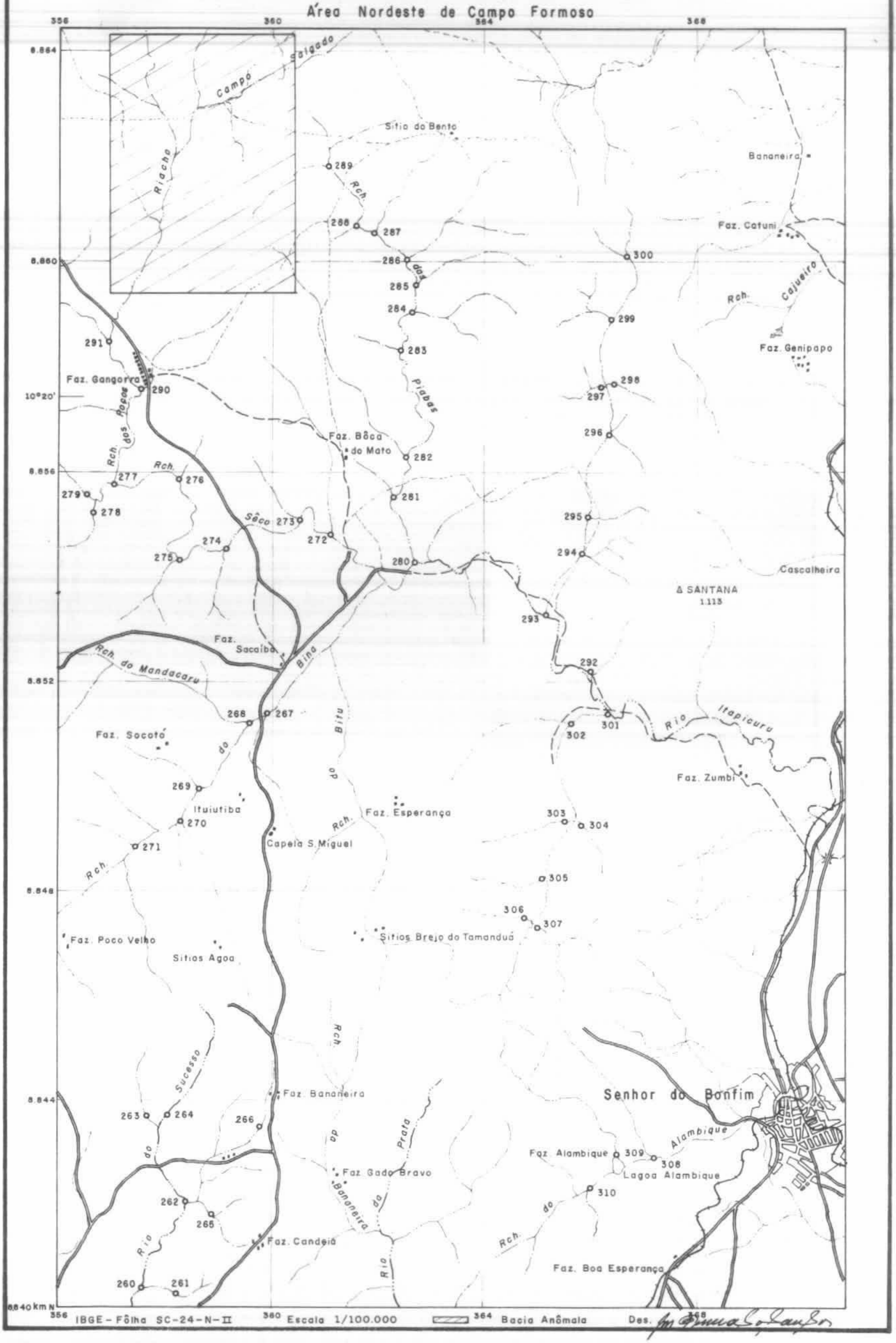
Em face destas considerações, os métodos geoquímicos estão limitados e suas aplicações na prospecção de cromita são inviáveis.

Em condições mais favoráveis, a prospecção geoquímica foi desenvolvida na área norte-nordeste de Campo Formoso, onde se encontram corpos ultramáficos encaixados no granito e, ao longo do contato ocidental do Grupo Jacobina e do granito de Campo Formoso. Tem-se fortes indicações que demonstram a continuidade da faixa metaultramáfica que ocorre próxima à cidade.

C.P.R.M.

10.1 MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS

Área Nordeste de Campo Formoso



Esta prospecção foi efetuada com o intuito de localizar áreas anômalas para cromo, bem como, estudar o comportamento do níquel como elemento farejador em sedimentos de corrente. O trabalho realizou-se em janeiro de 1972, constando da coleta de 50 amostras da fração argilosa, tomadas estrategicamente conforme a disposição da drenagem local.

10.2 Resultados Obtidos

10.2.1 Cromo

Os resultados para cromo foram excessivamente dispersos como mostram os cálculos, tendendo a uma distribuição lognormal, mas o histograma é muito irregular, de forma que, seria necessário transformar os valores em termos de unidades de tendencia central, para normalizar a curva. No caso, a população é muito pequena e os erros de dispersão serão compensados com a margem de segurança relativa ao número de desvios padrões considerados na escolha do limiar.

A amplitude da população é de 4900 ppm.

a) Cálculos

Xi	txi	t	tc	Log Xi	txi. LogXi	Xi - $\bar{X}_G$	(Xi - $\bar{X}_G$)^2	(Xi - $\bar{X}_G$)^2 . txi
100	3	6.1	6.1	2	6	- 500	25 x 10^4	75 x 10^4
150	1	2.0	8.1	2.2	2.2	- 450	20,25 x 10^4	20,25 x 10^4
200	6	12.1	20.2	2.3	13.8	- 400	16 x 10^4	96 x 10^4
300	3	6.1	26.3	2.5	7.5	- 300	9 x 10^4	27 x 10^4
500	14	28.5	54.8	2.7	37.8	- 100	10 x 10^4	140 x 10^4
700	5	10.0	64.8	2.8	14.0	+ 100	10 x 10^4	50 x 10^4
1000	9	18.3	83.1	3.0	27.0	+ 400	16 x 10^4	144 x 10^4
2000	6	12.2	95.3	3.3	19.8	+ 1400	196 x 10^4	1176 x 10^4
3000	2	4.2	99.5	3.5	7.0	+ 2400	576 x 10^4	1152 x 10^4
TOTAL 49					135.1			2880,25 x 10^4

a.1 Desvio Padrão e Variância

a.1.1 Em relação a Média Geométrica

$$\bar{X}_G = 600 \text{ ppm}$$

$$\sigma_G = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi-X_G)^2}{N}} = \sqrt{\frac{2880,25 \times 10^4}{49}}$$

$$\sigma_G = 10 \sqrt{5880}$$

$$\sigma_G = 741$$

$$\sigma_G^2 = 588000$$

a.1.2 Em relação a Média Aritmética

Xi	txi	Xi txi	Xi − $\bar{X}$	(Xi − $\bar{X}$)^2
100	3	300	− 720	5184 x 10^2
150	1	150	− 670	4489 x 10^2
200	6	1200	− 620	3844 x 10^2
300	3	900	− 520	2704 x 10^2
500	14	7000	− 320	1024 x 10^2
700	5	3500	− 120	144 x 10^2
1000	9	9000	+ 180	324 x 10^2
2000	6	12000	+ 1180	13924 x 10^2
3000	2	6000	+ 2180	47524 x 10^2
TOTAL	49	40050		$\frac{79161 \times 10^2}{49}$

$$\bar{X} = \frac{40050}{49} = 820$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi-\bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{79.161 \times 10^2}{49}}$$

$$\sigma = \sqrt{1611 \times 10^2}$$

$$\sigma = 401 \text{ ppm}$$

$$\sigma^2 = 161100 \text{ ppm}$$

a.2 Background e Treshold

a.2.1 Considerando a Média Geométrica

O background no caso seria a média geométrica.

$bi = \overline{X}_G = 600$ ppm

$T_1 = \overline{X}_G + 3\sigma_G = 600 + 3 \times 741 = 600 + 2.223$

$T_1 = 2823$ ppm

Este limiar delimita a faixa de anomalias prováveis.

a.2.2 Considerando a Média Aritmética

background $= b_2 = \overline{X} = 820$ ppm

Treshold $= T_2 = \overline{X} + 3 \times \sigma = 820 + 3 \times 401$

Treshold $= 2.023$ ppm

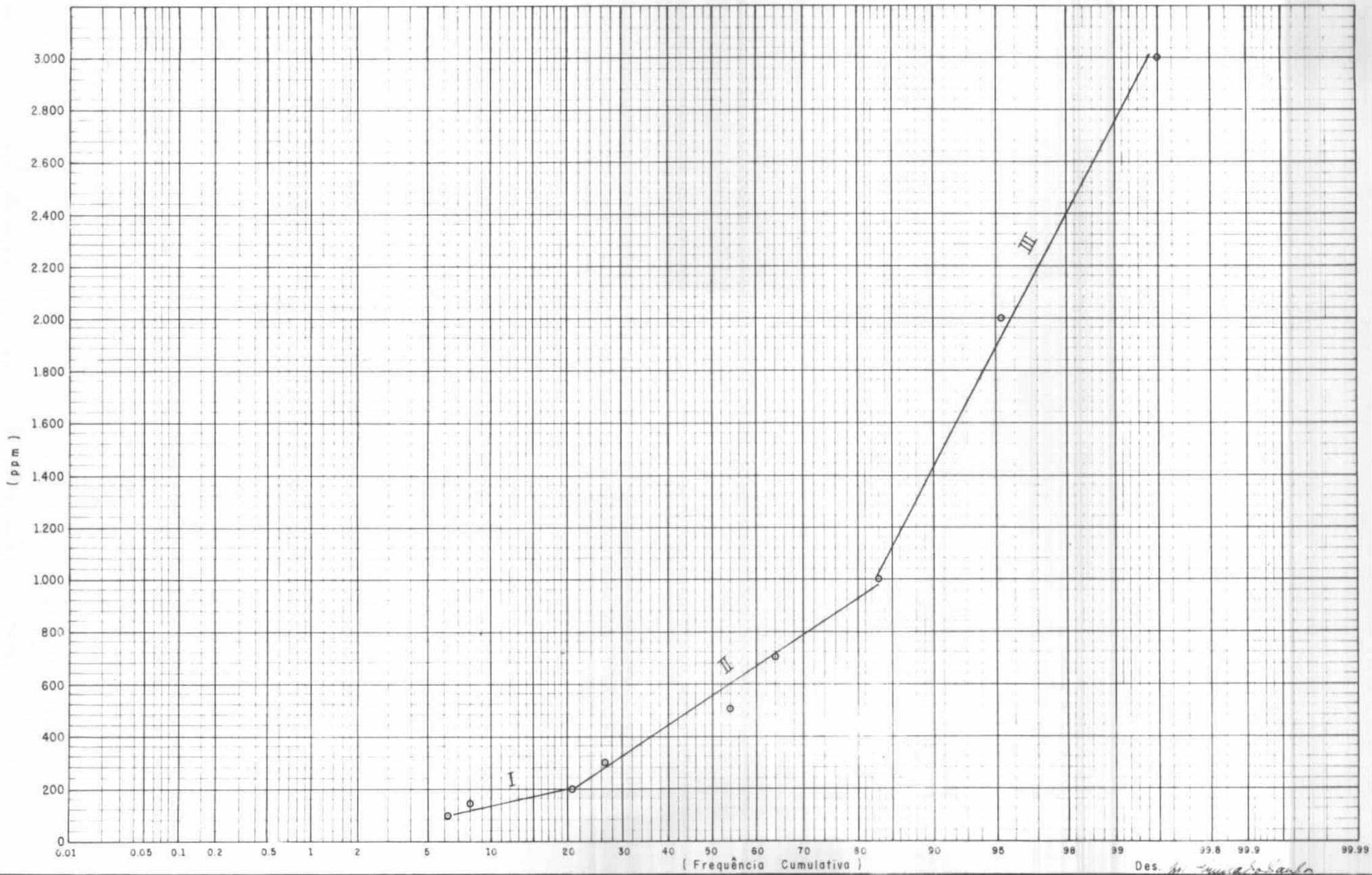
b) Interpretação

O histograma mostra que a distribuição do cromo, em sedimentos de corrente, tende a ser lognormal. Neste caso, é mais conveniente considerar a média geométrica. Calculamos os parâmetros com a média aritmética para efeito comparativo. O desvio padrão calculado foi muito elevado, mostrando ser uma população bastante dispersa.

Este fato impõe que se trabalhe com uma margem de segurança maior. Assim, para calcular o Treshold, consideramos a média geométrica mais tres desvios padrões, o que fornece uma segurança de 99,7%.

FIGURA 10.1 GRÁFICO DE PROBABILIDADE PARA CROMO

C.P.R.M.



Des.

Neste caso os valores a partir de 3.000 ppm são considerados como de anomalia provável. O valor mais elevado da população é 5.000 ppm. Este, analizado juntamente com a geologia a qual a drenagem está situada, fornece indicações suficientes para se separar uma área de anomalia promissora, como mostra o mapa 10.1.

Recomenda-se uma amostragem na bacia-anômala selecionada, onde as amostras serão coletadas em espaçamentos regulares de 100 metros, no sedimento de corrente, tanto da fração argilosa como de concentrados de bateia. Em cada ponto de amostragem deve-se tomar uma amostra de cada lado do riacho, fora do banco aluvionar. Com isto ter-se-á um perfil no leito, e um em cada margem do riacho, que permitirão uma localização inicial da fonte produtora.

10.2.2 Níquel

Os resultados para o níquel, mostram uma tendência central mais pronunciada, aproximando-se de uma distribuição normal. A amplitude da população é de 150 ppm.

a) Cálculos

X_i	t_{x_i}	t	t_c	$X_i - \bar{X}$	$(\bar{X}_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^2 . t_{x_i}$
0 - 10	3	6.1	6.1	- 32	1024	3072
10 - 20	8	16.3	22.4	- 22	484	3872
20 - 30	6	12.2	34.6	- 12	144	864
30 - 40	12	24.4	59.0	- 2	4	48
40 - 50	10	20.4	79.4	+ 8	64	640
50 - 60	3	6.1	85.5	+ 18	324	972
60 - 70	3	6.1	91.6	+ 28	784	2352
70 - 80	4	8.1	99.7	+ 38	1444	5776
TOTAL	49					17.596

a.1 Média

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X_i}{N} \therefore \bar{X} = 37 \text{ ppm}$$

a.2 Desvio Padrão e Variância

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{17596}{49}}$$

$$\sigma = 18{,}95 \simeq 19 \text{ ppm}$$

$$\sigma^2 = 359$$

a.3 Treshold e Background

$$b = \bar{X} = 37 \text{ ppm}$$

$$T = \bar{X} + 3\sigma \therefore T = 94 \text{ ppm}$$

b) Interpretação

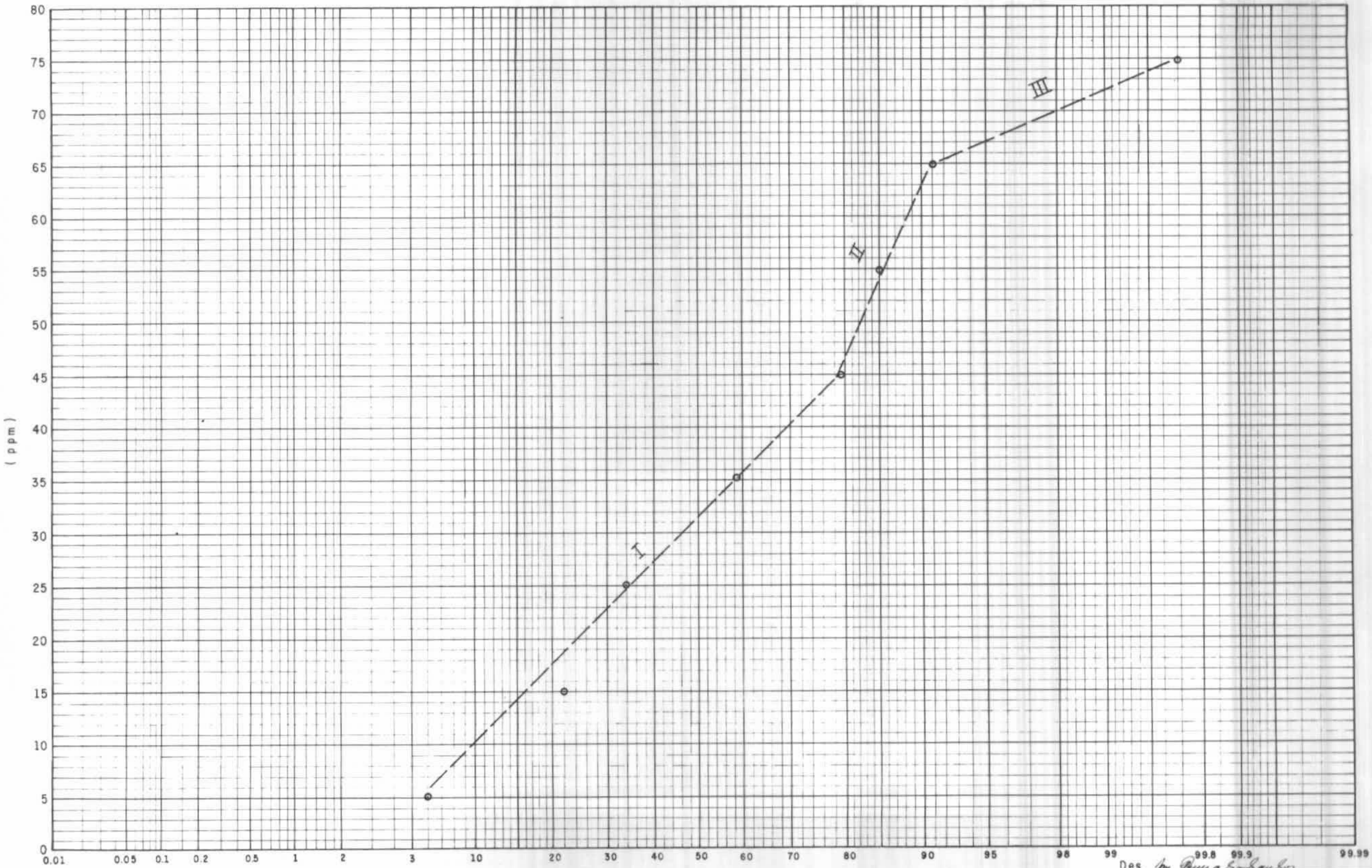
Em experiências anteriores amostrando solo residual em ocorrências de cromita, verificou-se a grande fidelidade do níquel, como elemento guia para prospecção de cromo.

Com a intenção de estudar esta mesma relação em sedimento de corrente, fez-se determinações para níquel.

A grande associação Cr, Ni e Cu, nas cromitas da região, permanece no solo residual mas é completamente dispersada no sedimento de corrente. Este fato é consequência das condições de desagregação, dissolução e reagrupamento no sedimento de corrente. Foi observado portanto, que não existe correspondência entre os valores destes elementos, de modo que a própria distribuição do níquel tende a ser normal e a do cromo se aproxima da lognormal.

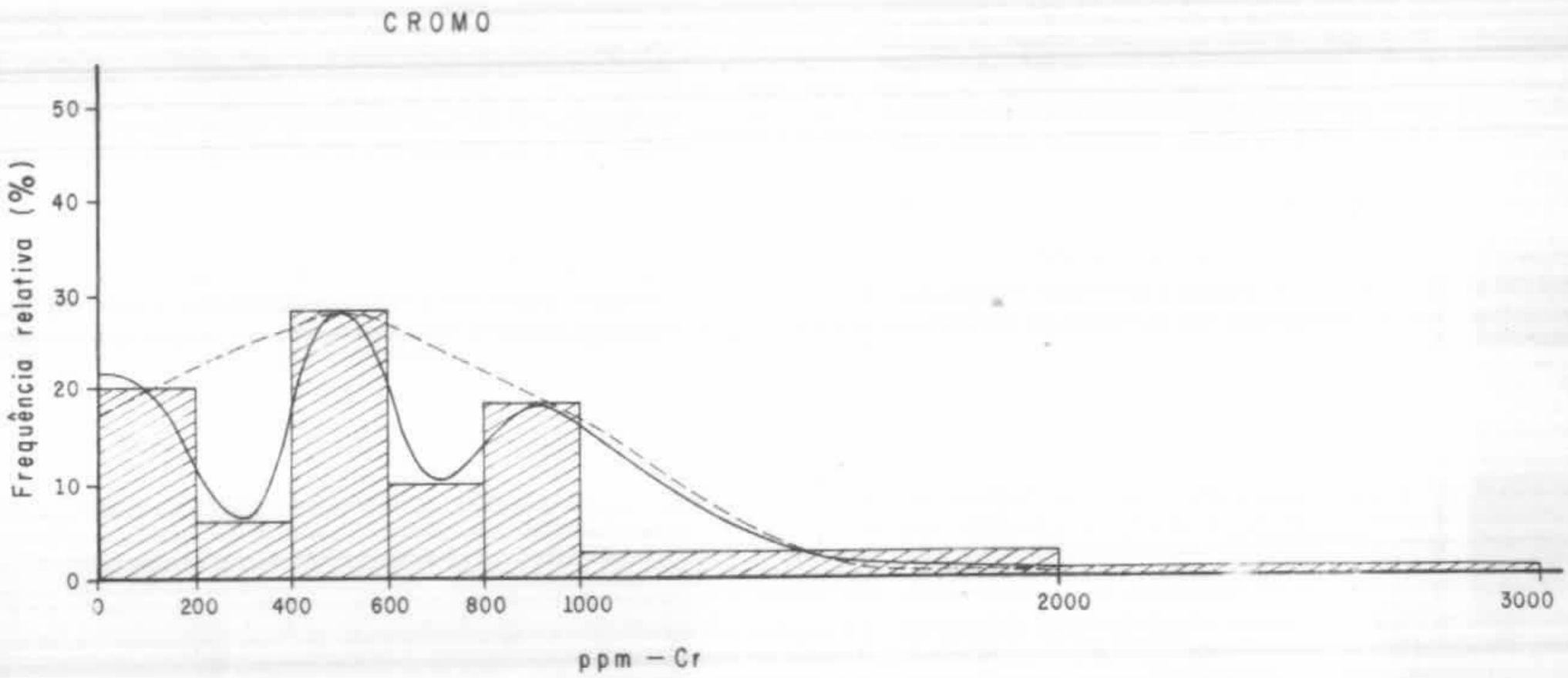
FIGURA 10.2 GRÁFICO DE PROBABILIDADE PARA NÍQUEL

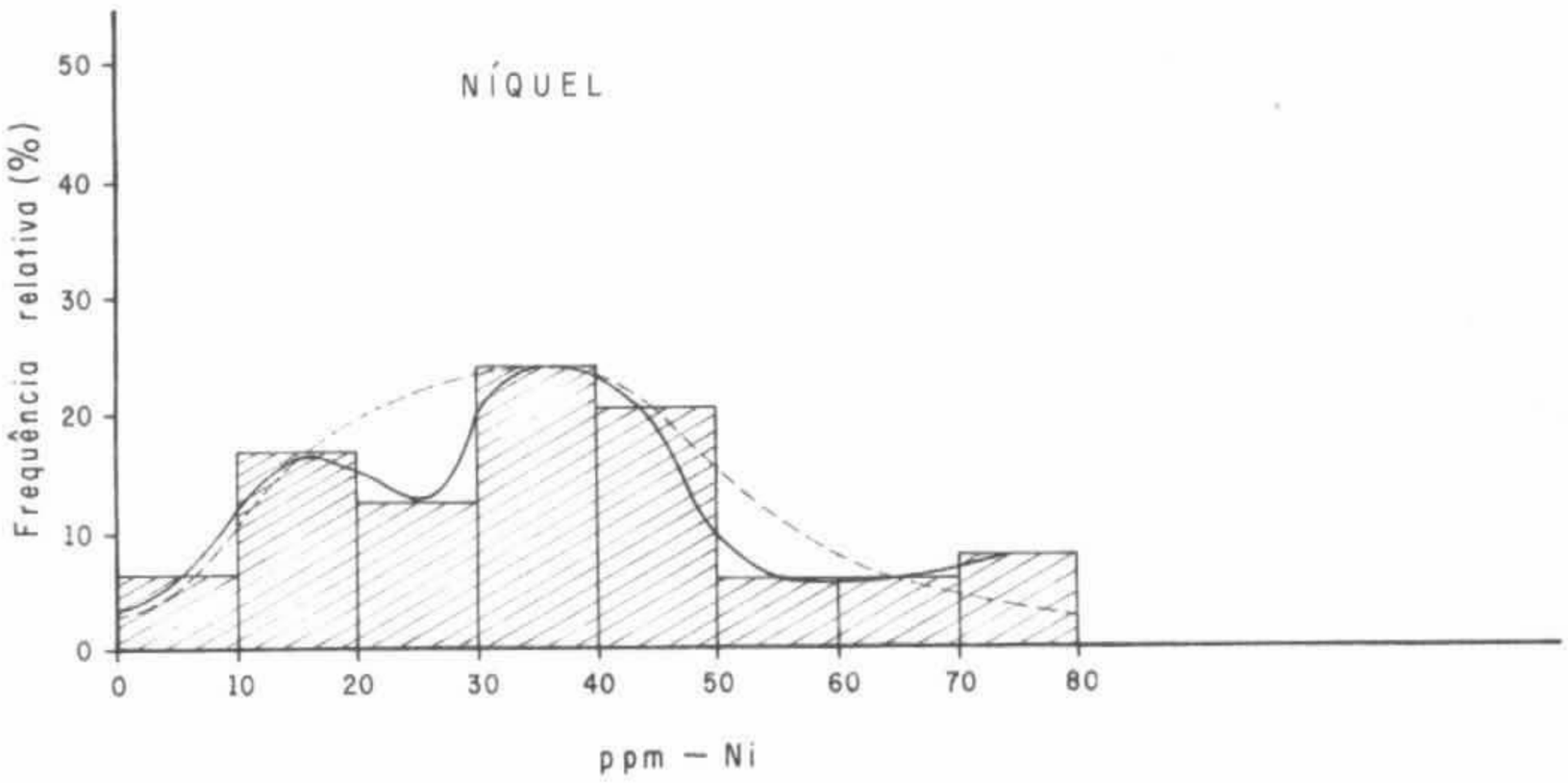
C.P.R.M.



Des.

FIGURA 10.3 — HISTOGRAMAS DE CROMO E NÍQUEL





Des.

TABELA 10.1 AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS
ÁREA NORDESTE DE CAMPO FORMOSO - BAHIA 1/

AMOSTRA Nº	NIQUEL (ppm)	CROMO (ppm)	AMOSTRA Nº	NIQUEL (ppm)	CROMO (ppm)	AMOSTRA Nº	NIQUEL (ppm)	CROMO (ppm)
CQ-L-260	25	700	CQ-L-277	65	2000	CQ-L-294	40	300
CQ-L-261	15	200	CQ-L-278	25	300	CQ-L-295	40	500
CQ-L-262	20	700	CQ-L-279	20	100	CQ-L-296	50	500
CQ-L-263	15	150	CQ-L-280	70	700	CQ-L-297	35	500
CQ-L-264	15	200	CQ-L-281	60	2000	CQ-L-298	50	500
CQ-L-265	45	2000	CQ-L-282	80	2000	CQ-L-299	35	500
CQ-L-266	15	200	CQ-L-283	35	500	CQ-L-300	30	700
CQ-L-267	15	200	CQ-L-284	40	2000	CQ-L-301	50	3000
CQ-L-268	10	100	CQ-L-285	40	2000	CQ-L-302	55	500
CQ-L-269	10	200	CQ-L-286	40	1000	CQ-L-303	160	300
CQ-L-270	15	200	CQ-L-287	80	3000	CQ-L-304	45	500
CQ-L-271	10	100	CQ-L-288	45	1000	CQ-L-305	40	500
CQ-L-272	30	500	CQ-L-289	30	500	CQ-L-306	35	500
CQ-L-273	35	1000	CQ-L-290	75	1000	CQ-L-307	45	500
CQ-L-274	65	1000	CQ-L-291	25	5000	CQ-L-308	50	1000
CQ-L-275	135	2000	CQ-L-292	45	1000	CQ-L-309	55	1000
CQ-L-276	35	500	CQ-L-293	50	700	CQ-L-310	75	1000

1/ As análises foram realizadas nos laboratórios da CPRM.

As determinações quantitativas de níquel foram feitas pela equipe da Seção de Geoquímica de acordo com método descrito no Geological Survey 1152, adaptado para espectrofotometria de absorção molecular.

As determinações de cromo foram feitas por métodos espectrográficos semi-quantitativo, de acordo com a técnica da circular 591 do U.S.G.S. (1968), pela química Maria Lúcia de Miranda e Lemos.

11. SONDAGEM

A sondagem tem-se revelado até a presente data, na área de Campo Formoso, o meio mais eficaz de controle das camadas de cromitito em subsuperfície. A prospecção rasa realizada através de poços e trincheiras, como também, de furos de trado, levada a efeito pela Ferbasa na procura de corpos de cromitito e posteriormente, pela CPRM objetivando checar anomalias magnéticas detectadas pelo levantamento geofísico realizado, não apresentou bons resultados. A espessura do manto coluvionar, constituído por blocos de até 2 metros de diâmetro, e serpentinitos bastante argilisados, passíveis de desmoronamento, concorreram para dificultar este tipo de pesquisa.

Devido a pequena profundidade dos furos realizados pela Ferbasa, 50 a 60 metros, e pelo DNPM, até 80 metros, tornou-se necessário aprofundar a sondagem para melhor definir a potencialidade deste distrito cromitífero.

Os principais objetivos do programa de perfuração elaborado pela CPRM foram:

1. Definir mais especificamente a estratigrafia das rochas portadoras de cromita até a profundidade de 200-250 metros;

2. Verificar a presença de camadas de cromitito abaixo da zona perfurada pela Ferbasa e DNPM;

3. Perfurar áreas com anomalias magnéticas altas que foram mapeadas pelo levantamento magnetométrico terrestre;

4. Definir os principais padrões de falha nas rochas ultramáficas. Este estudo nos capacitaria a determinar a possibilidade de mineração subterrânea;

5. Investigar uma possível mineralização de sulfêtos nas partes inferiores da intrusão ultramáfica.

11.1 Programação Executada

A CPRM realizou no distrito cromitífero de Campo Formoso um total de 19 furos de sondagem rotativa a diamante, perfazendo um total de 4599,28 metros de rocha perfurada.

O furo 1CF-1-BA foi reperfurado sem testemunhagem até a profundidade de 60,52 metros, reabrindo o furo F-92-2S (Tabela 11.1) executado pela Ferbasa na Mina de Pedrinhas. A sua finalidade era encontrar prováveis camadas de cromitito projetadas a partir de furos realizados nas proximidades e pesquisar uma possível mineralização de sulfêtos.

O furo 1CF-2-BA reabriu o furo F-2A até a profundidade de 57,00 metros, na Mina de Pedrinhas. Seu objetivo era perfurar camadas de cromitito projetadas para informação estratigráfica.

Visando determinar a estratigrafia e os padrões de falha foram realizados os furos 1CF-3-BA e 1CF-4-BA na Mina de Campinhos.

Os furos 1CF-13-BA e 1CF-14-BA foram executados com inclinação de 45°, na Mina de Coitizeiros, sendo o primei-

TABELA 11.1 QUADRO DE SONDAGEM

C.P.R.M

NOMENCLATURA DO FURO	LOCALIZAÇÃO	INCLINAÇÃO	METRAGEM PERFURADA		RECUPERAÇÃO %		OBSERVAÇÕES
			FURO	ACUMULADA	FURO	ACUMULADA	
1CF – 1 – BA	Mina de Pedrinhas	Vertical	328,39	328,39	92,18	92,18	Refurado sem testemunhagem até 60,52m, reabrindo o furo F-92-2S da Ferbasa
1CF – 2 – BA	" " "	"	261,19	589,58	86,84	89,87	Refurado sem testemunhagem até 57,00m, reabrindo o furo F-2A da Ferbasa
1CF – 3 – BA	Mina de Campinhos	"	297,39	886,97	91,31	90,42	
1CF – 4 – BA	" " "	"	227,80	1.114,77	65,65	84,76	
1CF – 5 – BA	Mina de Coitizeiros	"	274,34	1.389,11	84,27	84,60	
1CF – 6 – BA	" " "	"	233,32	1.622,43	79,51	83,81	
1CF – 7 – BA	" " "	"	214,28	1.836,71	76,92	82,96	
1CF – 8 – BA	" " "	"	206,29	2.043,00	63,75	80,90	
1CF – 9 – BA	" " "	"	216,69	2.259,69	74,63	80,26	
1CF – 10 – BA	" " "	"	292,83	2.552,52	81,21	80,38	
1CF – 11 – BA	" " "	"	285,68	2.838,28	81,46	80,49	
1CF – 12 – BA	" " "	45° (D. N)	165,00	3.003,20	45,10	78,47	
1CF – 13 – BA	" " "	45° (D. N65°W)	200,20	3.203,40	40,23	75,99	
1CF – 14 – BA	" " "	45° (D. N)	214,11	3.417,51	57,72	74,80	
1CF – 15 – BA	" " "	Vertical	258,63	3.676,14	79,39	75,14	
1CF – 16 – BA	" " "	"	191,98	3.868,12	79,41	75,36	
1CF – 17 – BA	" " "	"	242,13	4.110,25	76,14	75,40	
1CF – 18 – BA	" " "	"	246,15	4.356,40	79,58	75,65	
1CF – 19 – BA	" " "	60° (D. N)	242,88	4.599,28	84,86	75,96	Furado sem testemunhagem até 95,00m

Des.

ro locado na área de Cansa Cavalo I, designação correspondente ao levantamento magnetométrico realizado, ambos com a finalidade de checar anomalias magnéticas.

Nas proximidades do contato da faixa metaultramáfica com o granito de Campo Formoso, na Mina de Coitizeiros, foram locados os furos 1CF-12-BA e 1CF-19-BA, com mergulhos de 45° e 60° para norte, respectivamente, com o objetivo de determinar o tipo de contato existente entre estas duas litologias e verificar a presença de mineralizações de sulfêtos.

Os restantes 11 furos foram distribuidos segundo 5 linhas de perfuração orientadas na direção norte e distantes uma da outra de 100 a 200 metros, visando uma avaliação da reserva de minério de cromita para a Mina de Coitizeiros.

11.2 Problemas de Operação e Recuperação de Testemunhos

A água é normalmente um elemento importante a ser levado em consideração em qualquer programação de sondagem. Em Campo Formoso, a água proveniente das pequenas nascentes que afloram ao longo do contato dos quartzitos com a metaultramáfica mostrou-se insuficiente para atender as necessidades da sondagem realizada. A utilização de carros-pipa e tanques de 1.000 litros foi o recurso empregado para superar esta deficiência.

Outro problema na área é o acesso aos locais a serem sondados; estradas carroçáveis tiveram que ser construidas a fim de atenderem as necessidades do suprimento d'água. Na época das chuvas, a circulação de viaturas é

bastante dificultada, chegando mesmo a suspender as operações por falta de condições de tráfego.

Em consequência dos furos serem locados em áreas intensamente fraturadas e falhadas, tinha-se como certa a perda d'água e de revestimentos. Entretanto, no decorrer do programa, verificou-se que tal fenômeno não ocorria, tendo sido necessária a cimentação de apenas um furo em execução.

A recuperação dos testemunhos nos primeiros 50 metros de perfuração, devido à presença do coluvião e do serpentinito argilisado, é uma operação nem sempre bem sucedida em sondagens realizadas na região. Como a programação de sondagem elaborada pela CPRM estava voltada mais para a obtenção de informações geológicas além da zona intemperizada, as equipes de sondagem foram orientadas no sentido de não aplicarem técnicas mais sofisticadas, e consequentemente mais demoradas, na recuperação do material argilisado. Ressalve-se porém a necessidade destas técnicas numa sondagem exploratória para lavra, tendo em vista o aproveitamento do minério friável de cromita.

12. GEOLOGIA ECONÔMICA

12.1 Geologia das Minas e Ocorrências

A geologia das minas do distrito cromitífero de Campo Formoso é apresentada neste relatório em mapas, na escala 1:1.000, acompanhados das secções geológicas (volume II). São mostradas as locações dos furos de sondagem e as descrições litológicas dos testemunhos, bem como a delineação de zonas favoráveis para futuro desenvolvimento de sondagem exploratória e lavra. Estes mapas não são finais e todos os futuros furos de sonda terão que ser plotados, devendo ser acrescentados os novos dados às secções geológicas, como também, nas áreas de lavra a topografia deve ser atualizada periodicamente. Provavelmente a fase mais importante deste estudo geológico envolve a correlação das camadas de cromitito e a determinação da continuidade do cromitito mergulho-abaixo e ao longo do "strike".

A medida que maiores quantidades de cobertura sejam removidas e que prossigam os trabalhos de sondagem, o complexo padrão de falhas será melhor entendido. Dentro deste texto, as descrições das minas são resumidas e servem como guia para a utilização dos mapas.

12.1.1 Mina de Pedrinhas

A Mina de Pedrinhas foi comprada em 1962 pela Ferbasa, que está atualmente extraindo cromitito e cromita friável por meio de lavra a céu aberto. Estima-se que 2.000 toneladas métricas de minério de cromita de grau metalúrgico, com teor de Cr_2O_3

variando de 40 a 52% e relação Cr/Fe de 2,2 a 2,5, são embarcadas mensalmente da Mina de Pedrinhas e das minas localizadas nas vizinhanças da Vila de Santo Antônio.

A maioria do minério compacto possui uma razão Cr/Fe inferior a 2,5 (ver tabelas 8.2 e 8.4), mas por meio de mistura com cromitito mais rico a relação pode ser melhorada, de acordo com as especificações do ferrocromo. Os concentrados friáveis lavados têm uma razão Cr/Fe muito mais baixa, de cerca de 1,1, e o teor combinado de Fe_2O_3 é muito alto, aproximadamente 35 por cento. Atualmente, a Ferbasa utiliza um separador magnético em forma de tambor rotativo (ERIEZ), para concentrar a cromita (ver Figura 12.2). Uma análise média mensal do não magnético, revela uma relação Cr/Fe de cerca de 1,7 e um teor de Cr_2O_3 variando em torno de 50%. O teor médio do concentrado no minério friável é de aproximadamente 38%, sendo a produção mensal da mina de 5.500 toneladas. A cromita friável que não é passada no separador magnético é classificada, secada e embalada em sacos de 28 quilos, para embarque como areia refratária. O transporte do minério é principalmente ferroviário (6.500 t/mês), enquanto o rodoviário transporta apenas 1000 toneladas mensais.

A principal escavação da mina mede cerca de 465 por 180 metros, e é alongada na direção leste-oeste (Junho de 1971). A sua profundidade máxima é de 25 metros em relação à borda sul, e 7 metros na sua porção norte. A profundidade média é de cerca de 8 metros, e estima-se que 650.000 metros cúbicos de

coluvião e serpentinito intemperizado, foram removidos da escavação. Deste total, apenas, aproximadamente 15.000 metros cúbicos ou 57.000 toneladas métricas de cromitito compacto foram extraidas. Um cálculo grosseiro sugere que cerca de 40 metros cúbicos de coluvião e serpentinito intemperizado devem ser removidos para cada metro cúbico de cromitito maciço extraido. Dos 635.000 metros cúbicos restantes, aproximadamente 50.000 toneladas métricas de minérios friáveis de baixo grau foram extraídas do serpentinito intemperizado.

As camadas de cromitito estão sendo trabalhadas mergulho abaixo, a partir dos afloramentos, e a medida que a extração prossiga, maiores volumes de cobertura terão de ser removidos. Em geral estas camadas de cromitito, dentro da escavação, têm direção N60-75°E e mergulho de 35° para sul. Em áreas de fortes falhamentos são comuns direções N40-65°W, notadamente perto dos furos F-26 e F-27. Três camadas de cromitito, com 0,50 a 1,80 metros de espessura, ocorrem num intervalo de 20 metros, e uma outra camada de 1,00 metro de espessura encontra-se 24 metros abaixo desta sequência tripla. A espessura agregada média das camadas de cromitito é da ordem de 5 metros, situando-se num intervalo de 100 metros, cerca de 200 a 250 metros acima da base do contato com o granito. A maioria do acamadamento está fragmentada por falhamentos, e a estratigrafia tem que ser parcialmente inferida pela comparação de numerosas descrições de testemunhos de sondagem.

Na extremidade leste da escavação principal existem 9 linhas de furos de sondagem, alinhadas segundo a direção N65°E, com 25 a 35 metros de espaçamento entre os furos. O padrão é aproximadamente romboedral, embora padrões "em cerca" também sejam utilizados. De, aproximadamente, 160 furos realizados pela Ferbasa na área, nenhum penetrou além dos 70 metros, nem proporcionou muitos dados estratigráficos. Além disto, a recuperação de testemunhos durante a sondagem é muito pobre, e os primeiros 40 metros de testemunhos estão usualmente muito intemperizados. Por esta razão, em novembro de 1970, foi levado para a mina um equipamento de sondagem da CPRM capaz de perfurar até 350 metros.

O furo F-92-2S (1CF-1-BA) foi reperfurado e prolongado até 328,39 metros. A partir deste furo, observou-se a existência de 2 camadas de anfibolito e actinolita gnaisse que foram falhadas no contato com a zona portadora de cromitito. O furo F-2A (1CF-2-BA) foi também reaberto e concluído na profundidade de 261,19 metros. Duas camadas de anfibolito e actinolita gnaisse foram também atravessadas por este furo, e ambas estão em contato de falha com a zona portadora de cromitito. Com bases nestes dados de sondagem e, em outras evidências obtidas pela análise dos testemunhos, o limite sul da zona favorável à prospecção de cromitito, como está indicado pelas linhas hachuriadas nos mapas geológicos na escala 1:1.000 (Anexos III e IV), é coincidente com esta linha de falhamento do anfibolito. Esta falha é provavelmente de grande magnitude, representando um papel importante na projeção em profundidade das ca-

madas de cromitito que mergulham para sul. Isto indica que a profundidade projetada da sequência das tres camadas não pode ser maior que 90 metros, e a camada mais inferior não pode ser projetada além de 200 metros.

12.1.2 Mina de Campinhos

A Mina de Campinhos foi vendida à Ferbasa, em fins de 1969, pela Cromita do Brasil S/A. A mina está atualmente sendo lavrada e as camadas de cromitito próximas da superfície, que foram descobertas pela sondagem durante julho e agosto de 1970, estão sendo mineradas.

A geologia dentro da mina é extremamente complexa, onde numerosas falhas deslocaram 3 camadas de cromitito que possuem 1,20 a 1,70 metros de espessura. O acamadamento, geralmente, tem direção N60-75°W com mergulhos de 7 a 20° para norte. Este mergulho para norte é anômalo para a área de Pedrinhas e sugere que a mina está próxima de uma grande falha de considerável deslocamento. A maior parte das falhas menores têm direção N20-35°E e deslocaram, em alguns lugares, camadas de anfibolito e actinolita gnaisse à superfície, como por exemplo, a oeste do furo 1. O furo de sondagem 1CF-3-BA executado pela CPRM, nos meses de abril e maio de 1971, atravessou serpentinito ou serpentinito talcoso até a profundidade de 282,83 metros. Devido ao fato deste furo estar ao longo da projeção do "trend" de afloramentos descontínuos de cromitito que se estende até a Mina de Campinhos A, esperava-se que ele viesse a perfurar

cromitito. Como isto não ocorreu, é provável que o padrão de falha é mais complexo do que está indicado no mapa.

Uma secção composta da estratigrafia do cromitito foi desenhada a partir de 11 furos rasos, realizados pela Ferbasa. Esta secção mostra uma zona de serpentinito cromitífero com uma estratificação centimétrica de lâminas de cromitito e serpentinito que se alternam, conhecido por minério fitado. Esta zona está situada entre as camadas mais inferior e média de cromitito. No furo F-10-Cp, a camada mais inferior de cromitito está em contato de falha com o anfibolito. A zona do minério fitado possui uma espessura agregada de aproximadamente 7 metros e é comparável àquela observada acima do cromitito Pe-20-70 na Mina de Pedrinhas (Figura 8.3).

A escavação Campinhos A tem cerca de 110 metros de comprimento e está localizada também numa área intensamente falhada. Apenas uma camada de cromitito de 1,30 metros de espessura, aflora na mina e seu prolongamento está coberto por material coluvionar. O acamadamento é altamente divergente, possuindo mais comumente a direção N20-50°E, com mergulhos de 30 a 50° para sudeste.

12.1.3 Mina de Coitizeiros

Minério de cromita maciça e friável está sendo atualmente extraído de tres pequenas escavações, Coitizeiros A, B e D, pela Comisa, a cerca de 0,7 quilômetros ao sul do Povoado de Brejo Grande. Pro-

vavelmente, menos de 500 toneladas métricas de cromitito são retiradas por mês, sendo os métodos de mineração relativamente rudimentares. Esta área é altamente favorável para lavra a céu aberto, em virtude das camadas de cromitito possuirem comumente mergulhos de 15 a 25°, e a cobertura coluvial apenas 1 a 3 metros de espessura. Por causa destes mergulhos suaves, a faixa mais favorável à prospecção de cromita é relativamente larga. Informações de perfis magnetométricos e de furos de sondagem foram usadas para estabelecer os limites desta zona favorável.

O DNPM realizou 23 furos de sondagem nesta mina, porém foram encontrados registros de apenas 12 deles. Análises das amostras de testemunhos destes furos foram realizadas por Andrade (1960), visando a determinação de Cr_2O_3, sendo os resultados apresentados graficamente no Anexo V.II. As descrições dos testemunhos eram inadequadas para as zonas cromitíferas e apenas se pode inferir, por exemplo, qual o tipo de cromita presente.

Na escavação Coitizeiros A, foram observadas 4 camadas de cromitito, com espessuras de 0,50 a 1,80 metros, que afloram num intervalo de 10 metros. Estas camadas de cromitito maciço têm comumente direção N15°W e mergulho de 10 a 20° para oeste, apresentando-se ligeiramente deslocadas por fracos falhamentos de direção N65°E.

Duas camadas de cromitito de 0,50 e 1,40 a 1,80 metros de espessura, afloram num intervalo de 3 metros na escavação Coitizeiros B. As camadas têm direção N80-85°W e mergulho de 15 a 25° para sul.

A escavação Coitizeiros C possui 2 camadas de cromitito de 0,10 e 0,20 metros de espessura, com 1,20 metros de serpentinito cromitífero apresentando textura em rêde cobrindo a segunda camada. O acamadamento tem direção N45-55°W e mergulho de 35 a 45° para leste. Esta reduzida lavra está atualmente inativa.

Tres falhas de direção norte e nordeste deslocam ligeiramente duas camadas de cromitito de 0,60 e 1,40 metros de espessura, na escavação Coitizeiros D. O acamadamento tem direção N15°W e mergulho de 20° para leste.

Secções geológicas de A-A' a G-G' foram desenhadas para a área da Mina de Coitizeiros, baseadas nos furos de sondagem realizados pelo DNPM. Entretanto, os dados destes furos são inadequados para qualquer correlação de camadas de cromitito e, devido a este fato, foram executados 15 furos pela CPRM, com profundidade média de 250 metros, com a finalidade de melhor esclarecer a estratigrafia desta área, bem como estimar o seu potencial econômico. Treze furos foram realizados segundo 5 linhas de perfuração (secções geológicas H-H' a L-L' - Anexo V.III), visando um cálculo de reserva. As secções geológicas destes furos revelaram um forte falhamento de empurrão interior ao corpo ultramáfico, de direção aproximadamente E-W, mergulhando 70 a 80° para sul. É possível que este falhamento seja o mesmo mapeado na Mina de Pedrinhas e responsável pela repetição de camadas de cromitito.

Correlações entre os diversos tipos litológicos perfurados foram feitas com o menor número de falhamentos possível, porém o conhecimento geológico regional sugere que o padrão de falha é bem mais complexo do que o indicado nas secções geológicas H-H' a L-L'. Nestas secções, alguns furos de pequena profundidade foram suprimidos devido ao caráter duvidoso da posição estratigráfica dos testemunhos descritos.

Próximo ao contato da metaultramáfica com o granito de Campo Formoso, foi locado o furo 1CF-12-BA, mergulhando 45° para norte. No contato destas duas litologias verificou-se uma zona de transição de aproximadamente 40 metros, constituída por biotita-hornblenda-plagioclásio gnaisse com pontos de sulfêtos disseminados. Um outro furo foi então executado, recuando-se a sonda 20 metros para sul, com uma inclinação de 60° para norte. A zona de transição foi novamente perfurada, apresentando cerca de 60 metros de espessura e sulfêtos disseminados numa textura gnaissica. Um contato de falha quase vertical foi confirmado, tendo o resultado das análises dos sulfêtos apresentado teores entre 50 e 300 ppm de Cu (Tabela 8.3), revelando uma maior possibilidade para pirita.

12.1.4 Ocorrência de Cansa Cavalo

A área de Cansa Cavalo está situada aproximadamente a 1 quilômetro a leste do Povoado de Brejo Grande. Em fins de 1970, as atividades de pesquisa da Ferbasa compreendiam escavações e operações de

sondagem, porém os trabalhos de perfuração foram suspensos depois que foram realizados 6 furos não mineralizados.

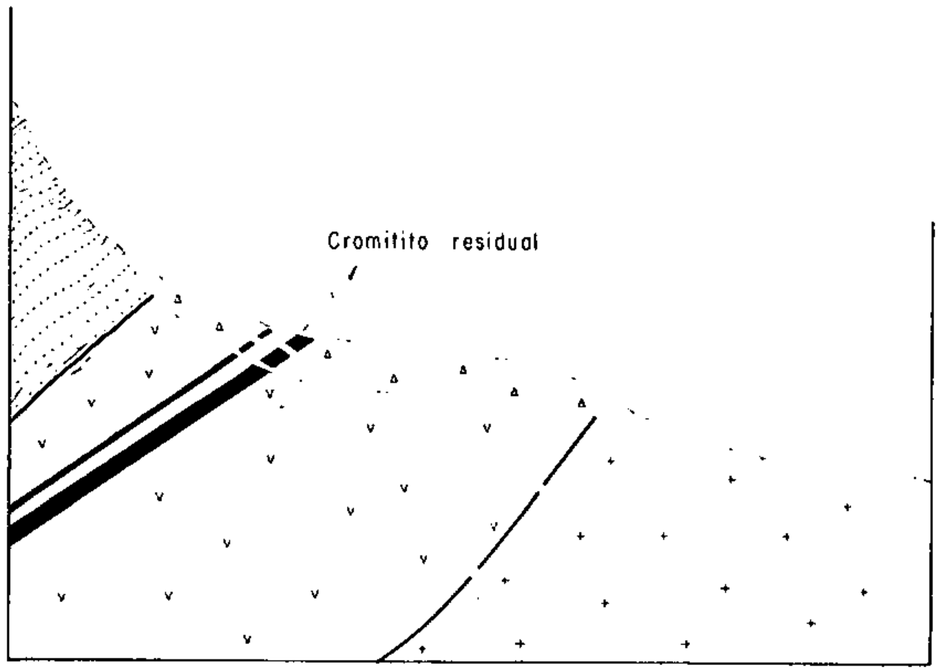
Perfis de magnetometria foram realizados pela CPRM na área, dentro do levantamento de semidetalhe da faixa metaultramáfica, tendo sido delineados os contatos quartzito-ultramáfica e ultramáfica-granito. Nesta área, a faixa de rochas metaultramáficas possui, em média, 500 metros de largura, se estendendo do poço PBG-36 até 20 metros ao norte do poço PBG-21.

A ocorrência de Cansa Cavalo encontra-se numa zona de abundantes blocos de cromitito rolado que se estende até, pelo menos, 900 metros abaixo do furo FBG-2 (Figura 12.1). O cromitito rolado é notadamente abundante 75 metros a nordeste do furo FBG-3, numa trincheira realizada pela Ferbasa. Parte do cromitito rolado contém quartzito com abundante cromita detrítica e a significação dessa história erosional e deposicional já foi anteriormente descrita.

12.1.5 Mina de Limoeiro

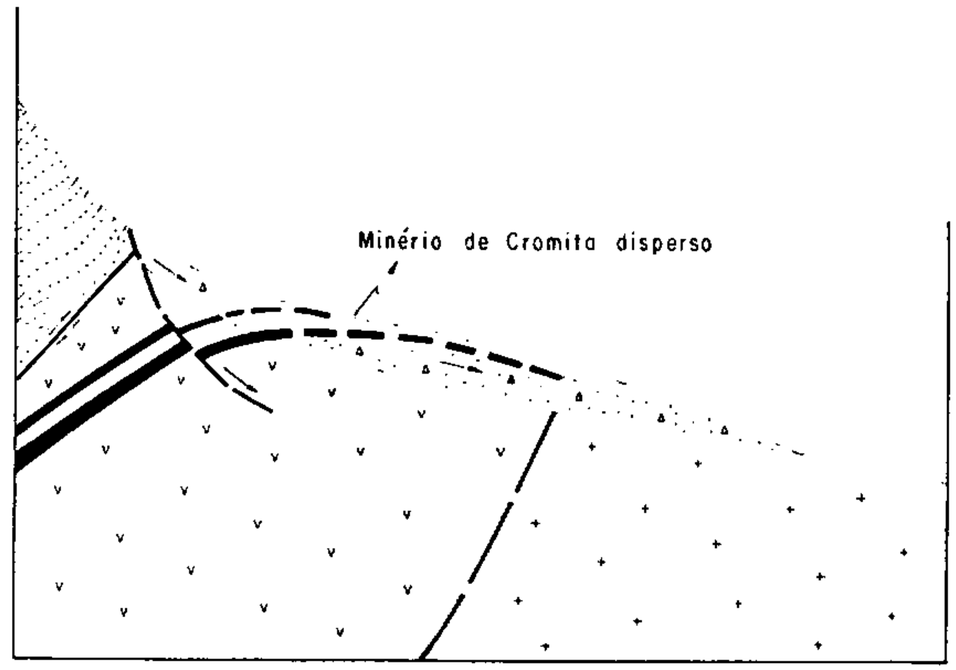
Duas pequenas áreas que foram lavradas há bastante tempo, sendo atualmente pesquisadas pela Ferbasa, estão situadas nas proximidades da Vila de Limoeiro. Uma localizada a cerca de 1 quilômetro a sudoeste da vila, perto da escarpa de falha do quartzito, só podendo ser atingida a pé. Nesta localidade, uma pequena escavação medindo 2 por 3,5 metros foi feita no serpentinito que se apresenta fortemen-

(A)



Vestígios de camadas de cromitito n'uma área de mínimo desmoronamento e deslizamento do solo; localmente, o deslocamento de camadas de cromitito provoca inversão de mergulho ; fenômeno muito comum na vizinhança da Mina de Pedrinhas

(B)



Conjunto disperso de minério rolado em área de máximo desmoronamento e deslizamento do solo; grandes blocos de cromitito estão mais próximos do afloramento, enquanto o rolado mais fino se apresenta disseminado mais ao longe, encosta abaixo ; situação observada na ocorrência de Cansa Cavalo e abaixo dos furos de sondagens F-3A-P e F-4A-P, próximo à escavação A da Mina de Pedrinhas

FIGURA 12.1 — Diagramas A e B mostrando padrões erosionais de camadas de cromitito de mergulho moderado em serpentinito altamente intemperizado.

Des. M. Fernandes Santos

C.P.R.M.

te foliado, com direção N80°E e mergulho de 40° para sul. Cerca de 5 metros abaixo desta escavação verifica-se, pobremente exposta, uma camada de cromitito de 0,30 metros de espessura, com direção N40°W mergulhando 40° para sul.

A segunda área é mais acessível e pode ser alcançada tomando-se um desvio para sul, na estrada de acesso à Vila de Limoeiro, uns 700 metros a leste da referida vila. Os trabalhos da mina consistem de duas trincheiras alinhadas e várias pequenas escavações, localizadas ao longo de um pequeno riacho que corre para norte a partir da escarpa de falha do quartzito. Na trincheira superior observam-se 2 camadas de cromitito maciço com cerca de 1,40 a 1,70 metros de espessura que têm direções divergentes e estão, provavelmente, ligeiramente falhadas. Estas duas espessas camadas de cromitito são parte integrante de uma faixa projetada de cromititos, com direção aproximada de N75°E e mergulho de 35° para sul. Esta faixa de cromitito tem um comprimento, ao longo da direção, de pelo menos 300 metros, e varia de 0 a 65 metros de distância da escarpa de falha do quartzito. A espessura agregada média do cromitito, nesta área, é de cerca de 3,50 metros (Mapa 12.1).

A Ferbasa iniciou uma sondagem exploratória nesta área no início de 1971 e, até junho, seis furos foram concluídos, sendo que 3 deles atravessaram cromitito. Uma análise dos dados magnéticos, combinados com os dados de sondagem, indicou que o afloramento de serpentinito tem 200 metros de largura e que um forte falhamento de direção N40°W des-

locou as camadas de cromitito de cerca de 25 a 30 metros, ao longo de uma falha que se projeta no curso de um riacho local. Esta falha levou as camadas de cromitito para mais perto da escarpa de falha do quartzito, no lado oeste do riacho. Os furos de sonda FL-1 e FL-3 atravessaram granito a profundidades relativamente rasas de aproximadamente 23 e 43 metros, o que sugere um degrau de falhamento do bloco abaixado do granito nesta área.

12.1.6 Área do Morro de Maria Eugênia

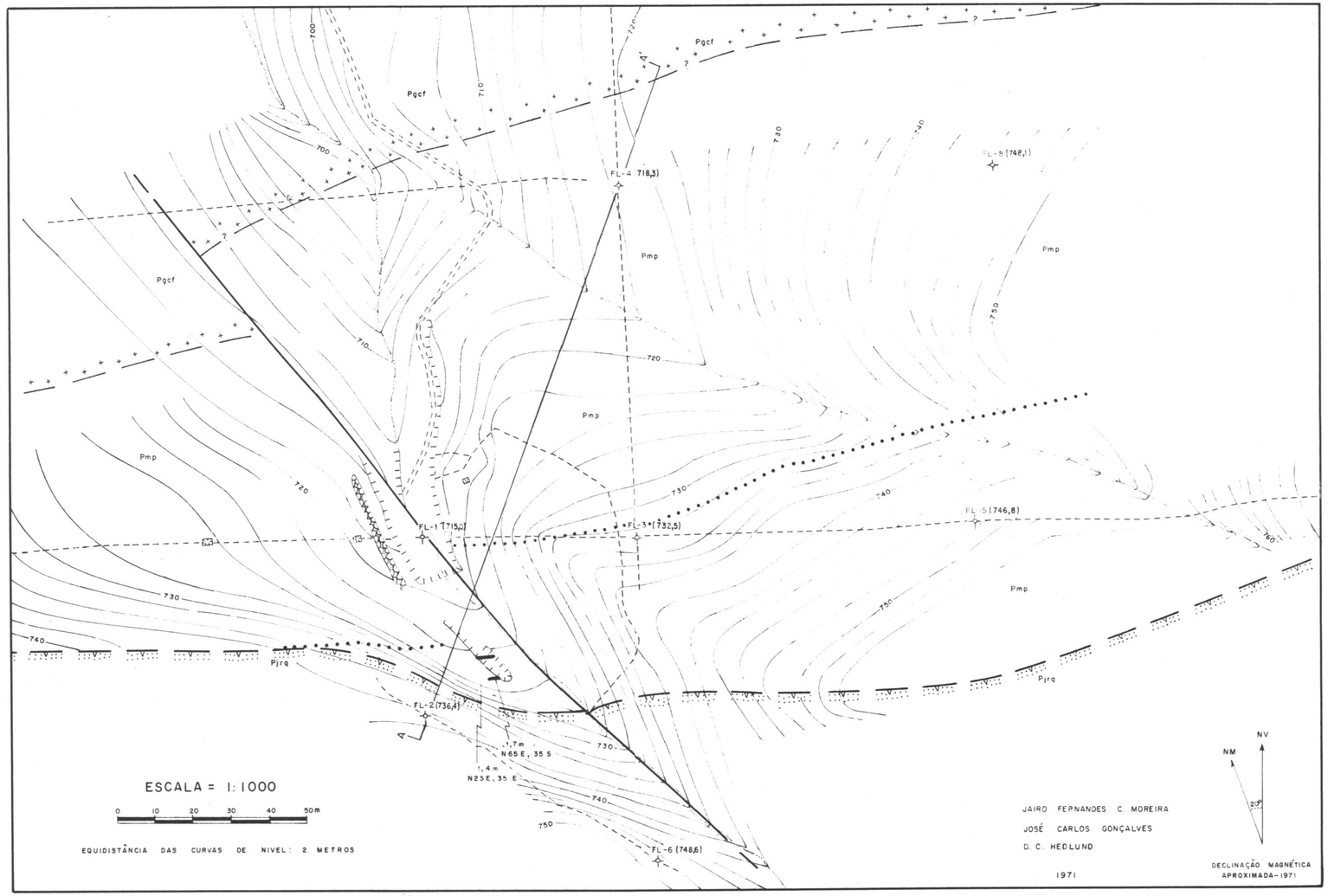
As camadas de cromitito na vizinhança do Morro Maria Eugênia apresentam mergulhos fortes e estão bastante falhadas, mas o padrão de falhamento é razoavelmente bem conhecido por causa das excelentes exposições de rochas nesta área. A descrição da geologia nas várias trincheiras é feita no sentido de seguir a continuidade das camadas de cromitito, do sul para o norte.

A trincheira nº 28 apresenta a forma de um L, com cerca de 70 metros de comprimento e 5 a 10 metros de largura. Tres camadas de cromitito de direção N30°E e mergulho de 70 a 75° para leste, podem ser traçadas por cerca de 65 metros. As camadas têm 0,20, 0,30 e 1,00 metro de espessura e estão altamente falhadas e comprimidas em "boudinage".

A rocha encaixante é um clorita-serpentina-talco xisto cinza esverdeado claro, com tremolita-actinolita esporádica. O xisto está fortemente foliado, com direção N20-30°E e com mergulhos de 65 a

CPRM

12.1 MAPA GEOLÓGICO DA MINA DE LIMOEIRO



LEGENDA

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

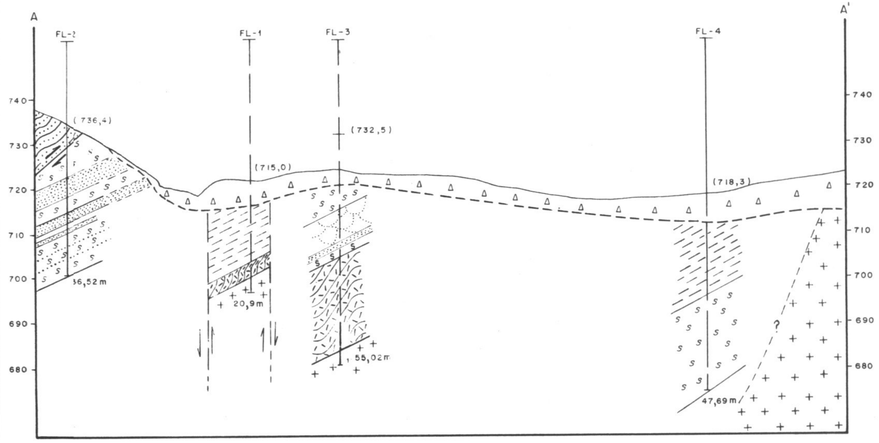
- Pgcf — GRANITO CAMPO FORMOSO
- Pjrq — QUARTZITO DO GRUPO JACOBINA
- Pmp — METAPERIDOTITO DE CAMPO FORMOSO
- CONTATO GEOLÓGICO INFERIDO
- FALHA
- FALHA DE EMPURRÃO
- 1,4m N 25 E, 35 E — CAMADA DE CROMITITO COM ESPESSURA E ATITUDE
- CAMADA DE CROMITITO INFERIDA
- FL-2 — FURO DE SONDAGEM
- A A' — CORTE GEOLÓGICO

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- 740 — CURVA DE NIVEL
- ESTRADA DE RODAGEM CARROÇÁVEL
- CAMINHO
- RIACHO INTERMITENTE
- ESCARPA
- POÇO DE PROSPECÇÃO
- MINÉRIO ESTOCADO

CORTE GEOLÓGICO

COLUVIÃO · QUARTZITO · SERPENTINITO · CROMITITO · Argila · ACTINOLITA GNAISSE · GRANITO · CROMITA COM TEXTURA EM RÊDE



DESENHO DE ZÓZIMA FONSECA

75° para oeste. As falhas são predominantemente N80°E e de pequeno deslocamento.

A trincheira nº 17 é alongada, medindo 56 por 3 metros. A trincheira se alinha segundo N45°E e é aproximadamente paralela à direção de duas camadas de cromitito que afloram no seu interior. Tais camadas têm 0,20 e 1,00 metro de espessura, direção N25-45°E e mergulho de 65 a 70° para leste. A rocha encaixante é um clorita-serpentina-tremolita-actinolita xisto muito foliado.

A trincheira nº 18 possui uma forma em L, medindo 43 por 2 metros. Uma camada de cromitito tem direção N10-35°E, mergulhos variáveis de 60 a 65° para leste, e cerca de 0,50 metros de espessura. A rocha encaixante é um clorita-serpentina-tremolita-actinolita xisto altamente foliado, com direção N20°E e mergulho de 75° para leste.

A trincheira nº 19 apresenta a forma de um V e cerca de 37 metros de comprimento. Uma camada de serpentinito cromitífero com textura em rêde, com mais de 6 metros de espessura, apresenta direção N40°E e mergulho de 80° para sudeste. A extensão desta unidade para sudeste, na trincheira 19A, parece provável mas para nordeste uma cobertura coluvial e um deslocamento estrutural para noroeste obscureceram a continuidade.

A trincheira nº 19B tem cerca de 20 metros de comprimento e foi cavada ao longo de uma camada de cromitito de direção N20°W, que pode ser correla-

cionada com o cromitito que aparece nas trincheiras 19 e 19A. A direção divergente N20°W é provavelmente, o resultado do encurvamento ou arrastão estrutural, perto de uma falha de direção N30°W, a leste da trincheira.

As camadas de cromitito na trincheira nº 39 foram deslocadas por cerca de 200 a 210 metros para sudeste, ao longo dessa falha N30°W. A camada de cromitito mais espessa, de aproximadamente 2 metros de espessura, pode ser seguida por cerca de 60 metros antes de ser deslocada por falhas nas extremidades nordeste e sudoeste da trincheira. O Cromitito tem direção N20°E e mergulho de 65° para leste.

A trincheira nº 39A, em forma de H, está escavada ao longo e através da direção de 3 camadas de cromitito de 0,20, 0,80 e 1,00 metros de espessura. A camada de 0,80 metros é, provavelmente, a continuação de uma camada de 0,70 metros existente na trincheira 24, a nordeste. O acamadamento tem direção N30°E e mergulhos de 60 a 65° para leste. A extremidade sudoeste da trincheira está cortada por uma forte falha de direção noroeste que mostra um sentido de deslocamento horizontal lateral, para a esquerda.

A trincheira nº 24 tem 35 metros de comprimento e é paralela a uma camada de cromitito de direção N70-75°E, com 0,80 metros de espessura. Esta camada de cromitito é correlata com a da trincheira 39A, e possui um comprimento de cerca de 80 metros, ao longo de sua direção.

A trincheira nº 24A, medindo 20 por 40 metros, está sendo desenvolvida ao longo de uma camada de cromitito de 1,00 metro de espessura que foi fracamente cizalhada. "Boudins" de cromitito no talco xisto são comuns na extremidade oeste da escavação, onde o cizalhamento foi mais intenso. A camada de cromitito tem direção N75°E e mergulho de 80° para norte. O cizalhamento observado acompanha esta direção.

Estas diversas trincheiras são conhecidas na área como minas, sendo exploradas pela Ferbasa.

12.1.7 Mina de Cascabulhos

A FERBASA está atualmente lavrando cromitito maciço de grau metalúrgico na Mina de Cascabulhos, usando compressor de ar e martelo pneumático para extrair o minério compacto duro. O sistema de trincheiras da mina tem direção N25°E e está essencialmente ao longo do afloramento de 3 a 4 camadas de cromitito, que podem ser seguidas por cerca de 370 metros. As camadas de cromitito possuem de 0,20 a 2,00 metros de espessura, direção N15-25°E e mergulho persistente de 55 a 60° para leste. As camadas de cromitito estão falhadas e, localmente, cizalhadas em "boudins" com margens de talco verde claro. Os maiores deslocamentos do cromitito estão na extremidade norte da trincheira e no intervalo entre as séries de trincheiras ao norte e ao sul. A rocha regional é um clorita-serpentina-talco xisto cinza esverdeado claro, com uma foliação que é essencialmente paralela ao acamadamento do cromitito. Esse

xisto foi química e espectrograficamente analisado, e os resultados são mostrados nas Tabelas 8.1 e 8.2. As rochas originais eram peridotitos que continham menores quantidades de cromita disseminada.

Onze furos de sonda, a maioria deles inclinada para oeste, foram feitos ao longo do lado leste da principal trincheira, e um foi locado dentro da escavação, perto do primeiro local de embarque do minério. Todos, à excessão de dois desses furos, o F-8 e F-2, atravessaram cromitito. Os furos foram realizados entre 1º de fevereiro de 1965 e fins de maio de 1966.

12.1.8 Filões 10, 11 e 12

Os filões 10, 11 e 12 estão localizados a cerca de 200 metros a leste da Vila de Santo Antônio e estão atualmente sendo explorados pela FERBASA. Tres camadas de cromitito variando de 0,50 a 1,40 metros de espessura podem ser observadas. Em maio de 1971, as duas camadas de cromitito mais espessas do filão 11 estavam sendo extraídas e a extremidade norte da trincheira havia quase atingido o filão 12. As camadas de cromitito estão intensamente falhadas e, localmente, com "boudinage", de modo a provocar superposição das lentes de cromitito. A faixa de cromitito pode ser traçada por, pelo menos, 170 metros e, sua continuação para sul e para norte encontra-se encoberta pelo coluvião.

12.1.9 Mina 41 - Jatobá

Em janeiro de 1971, a FERBASA iniciou a exploração de cromitito de grau metalúrgico na Mina de Jatobá, antiga trincheira nº 41. A mina está dentro de uma faixa favorável que foi delineada por perfis de magnetometria terrestre e pelo mapeamento dos rolados de cromitito. Em junho de 1971, a escavação media cerca de 40 por 20 metros, tendo sido feitos 6 furos de sondagem. Dentro da escavação foi extraída uma camada falhada de cromitito de 0,50 metros de espessura, com direção N80°E e mergulho de 15° para sul. Dos 6 furos realizados, 3 cortaram camadas de cromitito com mais de 1 metro de espessura, mas a maioria dessas camadas possue mergulho forte, concordando com o mergulho ao longo da faixa de afloramentos. A seção A-A' (Anexo VI) sugere que entre o furo FJ-5 e a escavação, há uma camada de cromitito quase aflorante, com 0,50 metros de espessura, que pode ser facilmente extraída. Entretanto, apenas 20 a 30 metros a sudeste dessa linha de afloramento, as camadas de cromitito estão de 30 a 65 metros abaixo da superfície e com mergulhos de cerca de 50° para sudeste. Isto sugere que a escavação será confinada a uma faixa de 10 a 15 metros de largura, dentro da linha hachuriada que marca o limite nordeste.

Sete delgadas camadas de cromitito que têm espessuras variando de 0,10 a 1,40 metros foram atravessadas pelo furo FJ-1. A correlação com as camadas de cromitito do furo FJ-2 é bastante difícil, porque esse furo não se aprofundou o bastante para

encontrar a segunda camada de cromitito de 1,00 metro de espessura, que se projeta a uma profundidade de cerca de 88 metros (Seção A-A', Anexo VI). A representação gráfica dos dados dos testemunhos de sondagem é apresentada no anexo VI.I.

12.1.10 Mina de Camarinha

A Mina de Camarinha está localizada numa área de numerosas falhas de direção noroeste que deslocaram, pelo menos, 3 camadas de cromitito. Os cromititos têm 0,50, 1,00 e 2,00 metros de espessura, direção N40-85°E, e comumente mergulho de 35 a 65° para sul. As pequenas falhas têm um sentido de deslocamento lateral para a direita e conferiram um ligeiro efeito rotacional às camadas, que têm normalmente direção N20-30°E. O cizalhamento é relativamente frequente e uma camada de cromitito na escavação inferior está falhada em ângulo reto com o cromitito de direção N40°E.

Dois furos de sonda, F-1-Cm (vertical) e F-2-Cm (inclinado de 35° para sul), foram feitos na mina, e ambos atravessaram camadas de cromitito que variavam de 0,20 a 1,00 metros de espessura. Será necessária uma sondagem posterior nesta área, visando delinear o padrão maior de falhamento e a continuidade do cromitito.

12.2 Avaliação das Reservas

A sondagem realizada pela CPRM na Mina de Coitizeiros possibilitou um cálculo das reservas medida e indicada para as áreas de influência dos furos, e inferida para o restante da mina.

Entretanto, para todo o distrito, a reserva estimada foi a indicada, calculada a partir dos dados de superfície reunidos no mapeamento das minas e de alguns furos de sondagem.

12.2.1 Reservas Medida, Indicada e Inferida da Mina de Coitizeiros

Objetivou-se basicamente, para o cálculo das reservas da área da Mina de Coitizeiros, quantificar o minério compacto existente em função de sua profundidade e teor, visto ser fundamental o conhecimento de seu comportamento em subsuperfície.

As secções geológicas foram preparadas a partir do mapa geológico da mina, na escala 1:1000, e dos dados fornecidos pelos furos de sondagem realizados pela CPRM.

Para fins de cálculo, foram essas secções divididas por planos horizontais equidistantes 50 metros, cotados respectivamente em 720, 670, 620, 570, 520 e 470 metros.

O minério foi classificado em 3 grupos:

a. minério com teor de Cr_2O_3 menor que 15 por cento

b. minério com teor de Cr_2O_3 entre 15 e 35 por cento

c. minério com teor de Cr_2O_3 acima de 35 por cento.

As camadas de cromitito e serpentinito cromitífero foram selecionadas preliminarmente por descrição macroscópica dos testemunhos de sondagem, e foram amostradas para análise química somente aquelas que apresentavam um teor aproximado de cromita maior que 20 por cento e uma espessura aparente superior a 0,20 metros.

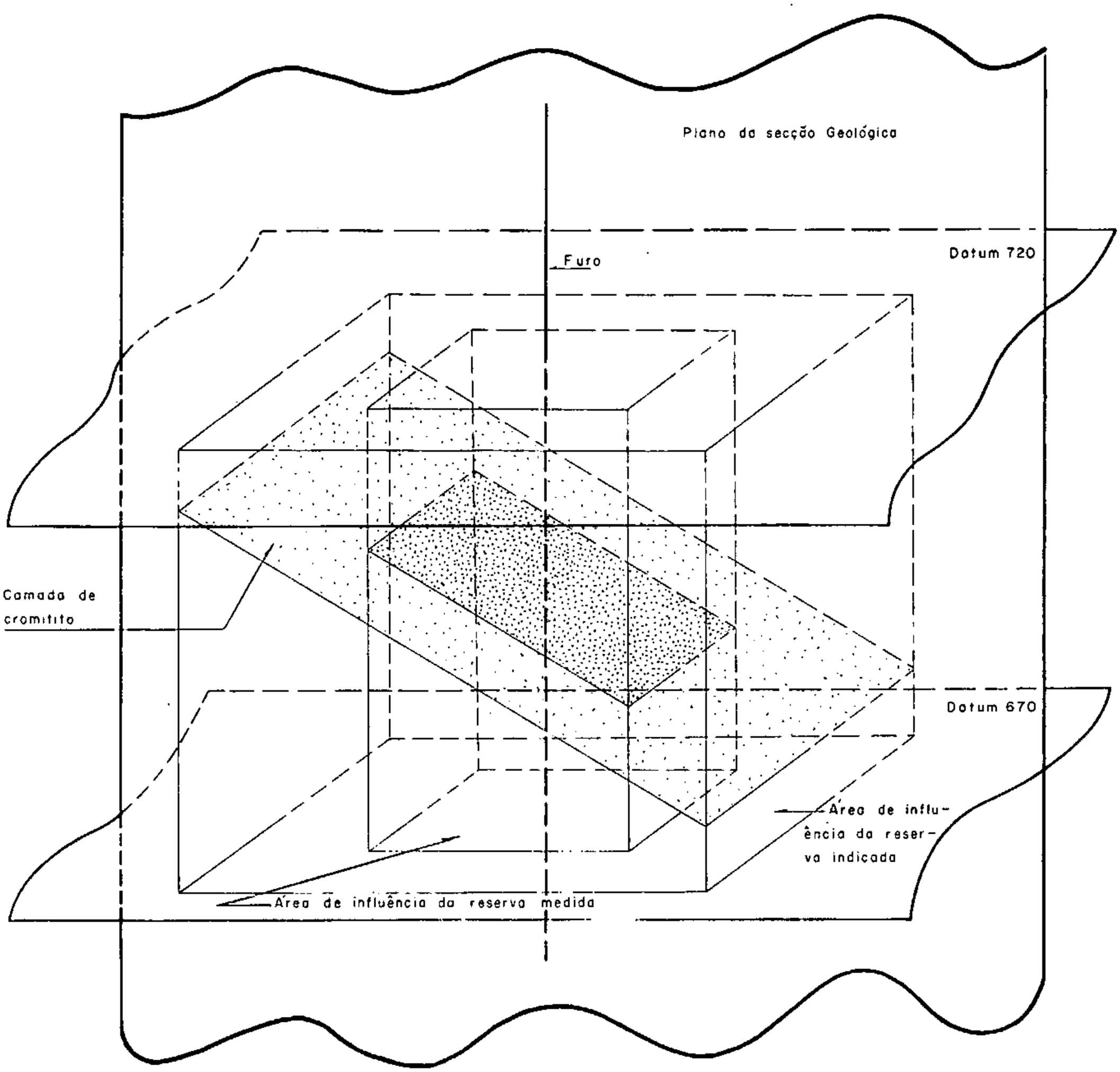
Nas camadas de minério que foram limitadas pelos data equidistantes e pelos planos verticais limitadores das áreas de influência das reservas medida (50 x 50m) e indicada (100 x 100m), como mostra a figura 12.2, mediu-se:

Comprimento da camada - comprimento apresentado pela camada em corte, dentro das respectivas áreas de influência;

Largura da camada - largura tomada como sendo a dimensão perpendicular ao plano da secção geológica;

C.P.R.M.

FIGURA 12.2 BLOCO-DIAGRAMA MOSTRANDO OS ELEMENTOS UTILIZADOS NO CÁLCULO DAS RESERVAS MEDIDA E INDICADA



Área de uma camada de cromitito considerada para o cálculo da reserva medida

Área de uma camada de cromitito considerada para o cálculo da reserva indicada

Des.

Espessura da camada - espessura real da camada, calculada a partir do produto da espessura aparente pelo cosseno do ângulo de mergulho.

Do produto dos dados acima relacionados obteve-se o volume correspondente a cada camada de minério, no intervalo considerado.

O teor médio (Tm) de cada grupo de minério por intervalo, foi obtido pela equação

$$Tm = \frac{\Sigma Vn \cdot Tn}{\Sigma Vn}$$

Vn= Volume de cada camada
Tn= Teor em Cr_2O_3 de cada camada

Os volumes correspondentes a cada camada de minério dentro dos intervalos escolhidos (720-670, 670-620, 620-570, 570-520 e 520-470), e classificados segundo os teores de Cr_2O_3 ($<$ 15%, 15-35% e $>$ 35%), foram multiplicados pelas respectivas densidades, obtendo-se reservas em toneladas métricas (ver tabela 12.1).

Este procedimento visou especificamente apresentar as reservas de minério da mina nas diversas profundidades e segundo seus teores, delimitando o minério que pode ser trabalhado em escavações a céu aberto e aquele que só poderá ser retirado numa etapa posterior, através de uma mineração subterrânea.

O minério aflorante nas frentes A, B e C, que não se encontra dentro das áreas de influência esta-

TABELA 12.1 - MEMÓRIA DO CÁLCULO DAS RESERVAS

C.P.R.M.

Intervalo	Furo	Metragem Perf. (m)	Metragem Recup.(m)	Merg.	Espess Real(m)	MEDIDA Comp.da Cam.(m)	MEDIDA Larg.da Cam.(m)	MEDIDA Volume (m³)	INDICADA Comp.da Cam.(m)	INDICADA Larg.da Cam.(m)	INDICADA Volume (m³)	Teor Cr_2O_3	MEDIDA <15% Cr_2O_3(m³)	MEDIDA 15-35% Cr_2O_3 (m³)	MEDIDA >35% Cr_2O_3(m³)	INDICADA <15% Cr_2O_3(m³)	INDICADA 15-35% Cr_2O_3 (m³)	INDICADA >35% Cr_2O_3(m³)
570-520	1CF-6-BA	-	0,55	30°	0,476	33,00	50,00	785,400	28,00	100,00	1.332,800	14,80	785,400	-	-	1.338,800	-	-
		-	1,00	30°	0,866	41,00	50,00	1.775,300	29,00	100,00	2.511,400	15,90	-	1.775,300	-	-	2.511,400	-
		-	1,00	25°	0,906	45,00	50,00	2.038,500	30,00	100,00	2.718,000	24,80	-	2.038,500	-	-	2.718,000	-
		-	0,56	30°	0,485	45,00	50,00	1.091,250	30,00	100,00	1.455,000	15,90	-	1.091,250	-	-	1.455,000	-
		-	1,00	30°	0,866	53,00	50,00	2.294,900	28,00	100,00	2.424,800	29,40	-	2.294,900	-	-	2.424,800	-
		-	0,75	30°	0,650	53,00	50,00	1.722,500	28,00	100,00	1.820,000	26,90	-	1.722,500	-	-	1.820,000	-
		-	1,00	30°	0,866	58,00	50,00	2.511,400	28,00	100,00	2.424,800	17,70	-	2.511,400	-	-	2.424,800	-
		-	1,00	30°	0,866	58,00	50,00	2.511,400	28,00	100,00	2.424,800	15,70	-	2.511,400	-	-	2.424,800	-
		-	1,00	45°	0,707	28,00	50,00	989,800	14,00	100,00	989,800	12,60	989,800	-	-	989,800	-	-
		-	1,00	45°	0,707	28,00	50,00	989,800	14,00	100,00	989,800	11,30	989,800	-	-	989,800	-	-
	1CF-7-BA	134,00 - 135,00	1,00	30°	0,866	59,00	50,00	2.554,700	28,00	100,00	2.424,800	20,00	-	2.554,700	-	-	2.424,800	-
		135,00 - 136,00	1,00	30°	0,866	57,00	50,00	2.468,100	29,00	100,00	2.511,400	19,00	-	2.468,100	-	-	2.511,400	-
		136,00 - 137,00	1,00	30°	0,866	57,00	50,00	2.468,100	29,00	100,00	4.136,200	16,20	-	2.468,100	-	-	4.136,200	-
		139,00 - 140,00	1,00	30°	0,866	66,00	50,00	2.857,800	28,00	100,00	2.424,800	9,70	2.857,800	-	-	2.424,800	-	-
		155,00 - 156,00	1,00	30°	0,866	58,00	50,00	2.511,400	36,00	100,00	3.117,600	14,00	2.511,400	-	-	3.117,600	-	-
		157,00 - 158,00	1,00	30°	0,866	58,00	50,00	2.511,400	18,00	100,00	1.558,800	9,80	2.511,400	-	-	1.558,800	-	-
		158,00 - 159,00	1,00	30°	0,866	57,00	50,00	2.468,100	30,00	100,00	2.598,000	10,60	2.468,100	-	-	2.598,000	-	-
		160,00 - 161,00	1,00	30°	0,866	45,00	50,00	1.948,500	29,00	100,00	2.511,400	12,80	1.948,500	-	-	2.511,400	-	-
		161,00 - 162,00	1,00	30°	0,866	43,00	50,00	1.861,900	29,00	100,00	2.511,400	15,00	-	1.861,900	-	-	2.511,400	-
		162,00 - 163,00	1,00	30°	0,866	41,00	50,00	1.775,300	29,00	100,00	2.511,400	15,40	-	1.775,300	-	-	2.511,400	-
		163,00 - 164,00	1,00	30°	0,866	39,00	50,00	1.888,700	30,00	100,00	2.598,000	11,70	1.888,700	-	-	2.598,000	-	-
		164,00 - 165,00	1,00	30°	0,866	37,00	50,00	1.602,100	30,00	100,00	2.598,000	13,30	1.602,100	-	-	2.598,000	-	-
		165,00 - 166,00	1,00	30°	0,866	34,00	50,00	1.472,200	30,00	100,00	2.598,000	13,20	1.472,200	-	-	2.598,000	-	-
		166,00 - 167,00	1,00	30°	0,866	33,00	50,00	1.428,900	30,00	100,00	2.598,000	15,60	-	1.428,900	-	-	2.598,000	-
		167,00 - 168,00	1,00	30°	0,866	30,00	50,00	1.299,000	30,00	100,00	2.598,000	14,40	1.299,000	-	-	2.598,000	-	-
		-	1,00	30°	0,866	31,00	50,00	1.342,300	31,00	100,00	2.684,600	14,70	1.342,300	-	-	2.684,600	-	-
		-	1,00	30°	0,866	29,00	50,00	1.255,700	31,00	100,00	2.684,600	13,60	1.255,700	-	-	2.684,600	-	-
		-	1,00	30°	0,866	28,00	50,00	1.212,400	31,00	100,00	2.684,600	18,80	-	1.212,400	-	-	2.684,600	-
		-	1,00	30°	0,866	26,00	50,00	1.125,800	24,00	100,00	2.078,400	28,10	-	1.125,800	-	-	2.078,400	-
		-	1,00	30°	0,866	24,00	50,00	1.039,200	26,00	100,00	2.251,600	15,80	-	1.039,200	-	-	2.251,600	-
		-	0,60	30°	0,520	20,00	50,00	520,000	10,00	100,00	520,000	15,40	-	520,000	-	-	520,000	-
		-	0,85	30°	0,736	15,00	50,00	552,000	10,00	100,00	736,000	17,20	-	552,000	-	-	736,000	-
		-	1,00	30°	0,866	12,00	50,00	579,600	-	-	-	28,40	-	519,600	-	-	-	-
		-	1,00	30°	0,866	12,00	50,00	519,600	-	-	-	12,80	519,600	-	-	-	-	-
		-	1,00	30°	0,866	5,00	50,00	216,000	33,00	100,00	2.857,800	18,80	-	216,000	-	-	2.857,800	-
		-	0,67	30°	0,866	5,00	50,00	147,000	32,00	100,00	1.881,600	15,40	-	147,000	-	-	1.881,600	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	25,00	100,00	2.165,000	15,10	-	-	-	-	2.165,000	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	24,00	100,00	2.078,400	11,70	-	-	-	2.078,400	-	-
	1CF-8-BA	-	1,46	40°	1,118	1,00	50,00	55,900	14,00	80,00	1.252,160	15,60	-	55,900	-	-	1.252,160	-
		-	0,80	40°	0,613	13,00	50,00	398,450	17,00	80,00	833,680	13,70	398,450	-	-	833,680	-	-
		138,77 - 140,00	1,23	40°	0,942	40,00	50,00	1.884,000	-	-	-	27,20	-	1.884,000	-	-	-	-
		140,00 - 140,72	0,72	40°	0,552	43,00	50,00	1.186,800	-	-	-	33,00	-	1.186,800	-	-	-	-
		141,11 - 142,00	0,89	40°	0,682	45,00	50,00	1.534,500	-	-	-	39,30	-	-	1.534,500	-	-	-
		142,00 - 143,00	1,00	40°	0,766	48,00	50,00	1.838,400	-	-	-	18,70	-	1.838,400	-	-	-	-
		143,00 - 143,83	0,83	40°	0,636	50,00	50,00	1.590,000	-	-	-	13,90	1.590,000	-	-	-	-	-
		145,00 - 146,00	1,00	40°	0,766	54,00	50,00	2.068,200	-	-	-	33,90	-	2.068,200	-	-	-	-
		146,70 - 147,75	1,05	40°	0,804	58,00	50,00	2.331,600	-	-	-	19,70	-	2.331,600	-	-	-	-
		147,75 - 148,39	0,64	40°	0,490	60,00	50,00	1.470,000	37,00	80,00	1.450,400	35,10	-	-	1.470,000	-	-	1.450,400
		162,00 - 162,52	0,52	40°	0,398	60,00	50,00	1.194,000	8,00	80,00	254,720	26,30	-	1.194,000	-	-	254,720	-
	1CF-10-BA	156,75 - 157,50	0,75	40°	0,575	41,00	50,00	1.178,750	34,00	100,00	1.955,000	12,80	1.178,750	-	-	1.955,000	-	-
		158,80 - 160,00	1,20	40°	0,919	44,00	50,00	2.021,800	31,00	100,00	2.848,900	14,70	2.021,800	-	-	2.848,900	-	-
		160,00 - 161,43	1,43	40°	1,095	48,00	50,00	2.628,000	26,00	100,00	2.847,000	22,40	-	2.628,000	-	-	2.847,000	-
		173,00 - 173,95	0,95	40°	0,728	65,00	50,00	2.366,000	-	-	-	15,80	-	2.366,000	-	-	-	-
		174,00 - 175,00	1,00	45°	0,707	65,00	50,00	2.297,750	4,00	100,00	282,800	18,90	-	2.297,750	-	-	282,800	-
		182,00 - 183,15	1,15	45°	0,813	60,00	50,00	2.439,000	16,00	100,00	1.300,800	15,30	-	2.439,000	-	-	1.300,800	-
		187,40 - 188,50	1,10	45°	0,778	50,00	50,00	1.945,000	31,00	100,00	2.411,800	13,80	1.945,000	-	-	2.411,800	-	-
		190,65 - 192,00	1,35	40°	1,034	42,00	50,00	2.171,400	29,00	100,00	2.998,600	13,60	2.171,400	-	-	2.998,600	-	-
		192,00 - 193,33	1,33	40°	1,019	42,00	50,00	2.139,900	29,00	100,00	2.955,100	19,00	-	2.139,900	-	-	2.955,100	-
		210,41 - 211,00	0,59	40°	0,452	17,00	50,00	384,200	14,00	100,00	632,800	13,40	384,200	-	-	632,800	-	-
		-	0,65	40°	0,498	4,00	50,00	99,600	28,00	100,00	1.394,400	10,10	99,600	-	-	1.394,400	-	-
		-	1,00	40°	0,766	-	50,00	-	31,00	100,00	2.374,600	10,90	-	-	-	2.374,600	-	-
	1CF-11-BA	151,00 - 152,00	1,00	30°	0,866	29,00	50,00	1.255,700	17,00	80,00	1.177,760	12,40	1.255,700	-	-	1.177,760	-	-
		152,30 - 153,45	1,15	30°	0,996	31,00	50,00	1.543,800	29,00	80,00	2.310,720	16,20	-	1.543,800	-	-	2.310,720	-
		153,45 - 153,75	0,30	30°	0,260	36,00	50,00	468,000	16,00	80,00	332,800	20,50	-	468,000	-	-	332,800	-
		153,75 - 154,00	0,25	30°	0,217	40,00	50,00	434,000	15,00	80,00	260,400	22,00	-	434,000	-	-	260,400	-
		155,87 - 156,18	0,31	30°	0,268	40,00	50,00	536,000	15,00	80,00	321,600	21,80	-	536,000	-	-	321,600	-
		169,00 - 169,56	0,56	30°	0,485	55,00	50,00	1.333,750	32,00	80,00	1.241,600	22,80	-	1.333,750	-	-	1.241,600	-
		-	1,20	30°	1,039	-	50,00	-	14,00	80,00	1.163,680	34,30	-	-	-	-	1.163,680	-
		-	0,94	30°	0,814	-	50,00	-	14,00	80,00	911,680	25,80	-	-	-	-	911,680	-
	1CF-15-BA	-	0,53	35°	0,434	-	50,00	-	30,00	100,00	1.302,000	33,10	-	-	-	-	1.302,000	-
	1CF-16-BA	100,65 - 102,65	2,00	35°	1,638	30,00	50,00	2.457,000	31,00	100,00	5.077,800	22,45	-	2.457,000	-	-	5.077,800	-
	1CF-17-BA	123,58 - 124,71	1,13	30°	0,979	60,00	50,00	2.937,000	32,00	100,00	3.132,800	28,75	-	2.937,000	-	-	3.132,800	-
	1CF-18-BA	-	0,30	30°	0,260	-	50,00	-	19,00	100,00	494,000	14,20	-	-	-	494,000	-	-
		-	0,25	30°	0,217	-	50,00	-	26,00	100,00	564,200	24,00	-	-	-	-	564,200	-
		167,79 - 169,00	1,21	50°	0,777	31,00	50,00	1.204,350	30,00	100,00	2.331,000	22,53	-	1.204,350	-	-	2.331,000	-
		170,85 - 171,95	1,10	50°	0,706	29,00	50,00	1.023,700	29,00	100,00	2.047,400	35,80	-	-	1.023,700	-	-	2.047,400
		-	0,75	35°	0,614	24,00	50,00	736,700	26,00	100,00	1.596,400	22,70	-	736,800	-	-	1.596,400	-
		-	0,60	45°	0,424	22,00	50,00	466,400	27,00	100,00	1.144,800	37,80	-	-	466,400	-	-	1.144,800
		-	0,58	35°	0,475	18,00	50,00	427,500	29,00	100,00	1.377,500	34,20	-	427,500	-	-	1.377,500	-
		-	1,00	25°	0,906	15,00	50,00	679,500	28,00	100,00	2.536,800	40,50	-	-	679,500	-	-	2.536,800
		-	0,57	30°	0,494	-	50,00	-	28,00	100,00	1.383,200	15,30	-	-	-	-	1.383,200	-
		-	1,10	30°	0,953	-	50,00	-	26,00	100,00	2.477,800	30,00	-	-	-	-	2.477,800	-
520-470	1CF-6-BA	-	1,00	45°	0,707	26,00	50,00	919,100	31,00	100,00	2.191,700	12,60	919,100	-	-	2.191,700	-	-
		-	1,00	45°	0,707	26,00	50,00	919,100	31,00	100,00	2.191,700	11,30	919,100	-	-	2.191,700	-	-
	1CF-7-BA	-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	21,00	100,00	1.818,600	14,00	-	-	-	1.818,600	-	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	25,00	100,00	2.165,000	9,80	-	-	-	2.165,000	-	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	30,00	100,00	2.598,000	10,60	-	-	-	2.598,000	-	-
		-	1,00	30°	0,866	13,00	50,00	562,900	27,00	100,00	2.338,200	12,80	562,900	-	-	2.338,200	-	-
		-	1,00	30°	0,866	14,00	50,00	606,200	27,00	100,00	2.338,200	15,00	-	606,200	-	-	2.338,200	-
		-	1,00	30°	0,866	15,00	50,00	649,500	29,00	100,00	2.511,400	16,40	-	649,500	-	-	2.511,400	-
		-	1,00	30°	0,866	17,00	50,00	736,100	31,00	100,00	2.684,600	11,70	736,100	-	-	2.684,600	-	-
		-	1,00	30°	0,866	18,00	50,00	779,400	32,00	100,00	2.771,200	13,30	779,400	-	-	2.771,200	-	-
		-	1,00	30°	0,866	19,00	50,00	822,700	36,00	100,00	3.117,600	13,20	822,700	-	-	3.117,600	-	-
		-	1,00	30°	0,866	23,00	50,00	995,900	33,00	100,00	2.857,800	15,60	-	995,900	-	-	2.857,800	-
		-	1,00	30°	0,866	28,00	50,00	1.212,400	28,00	100,00	2.424,800	14,40	1.212,400	-	-	2.424,800	-	-
		168,00 - 169,00	1,00	30°	0,866	27,00	50,00	1.169,100	29,00	100,00	2.511,400	14,70	1.169,100	-	-	2.511,400	-	-
		169,00 - 170,00	1,00	30°	0,866	30,00	50,00	1.299,000	28,00	100,00	2.424,800	13,60	1.299,000	-	-	2.424,800	-	-
		170,00 - 171,00	1,00	30°	0,866	32,00	50,00	1.385,600	29,00	100,00	2.511,400	18,80	-	1.385,600	-	-	2.511,400	-
		171,00 - 172,00	1,00	30°	0,866	35,00	50,00	1.515,500	29,00	100,00	2.511,400	28,10	-	1.515,500	-	-	2.511,400	-
		172,00 - 173,00	1,00	30°	0,866	37,00	50,00	1.602,100	29,00	100,00	2.511,400	15,80	-	1.602,100	-	-	2.511,400	-
		177,00 - 177,60	0,60	30°	0,520	43,00	50,00	1.118,000	30,00	100,00	1.560,000	15,40	-	1.118,000	-	-	1.560,000	-
		178,00 - 178,85	0,85	30°	0,736	47,00	50,00	1.729,600	28,00	100,00	2.060,800	17,20	-	1.729,600	-	-	2.060,800	-
		180,00 - 181,00	1,00	30°	0,866	51,00	50,00	2.208,300	28,00	100,00	2.424,800	28,40	-	2.208,300	-	-	2.424,800	-
		182,00 - 183,00	1,00	30°	0,866	53,00	50,00	2.294,900	29,00	100,00	2.511,400	12,80	2.294,900	-	-	2.511,400	-	-
		183,00 - 184,00	1,00	30°	0,866	57,00	50,00	2.468,100	29,00	100,00	2.511,400	18,80	-	2.468,100	-	-	2.511,400	-
		184,00 - 184,67	0,67	30°	0,580	58,00	50,00	1.682,000	29,00	100,00	1.682,000	13,40	1.682,000	-	-	1.682,000	-	-
		197,00 - 198,00	1,00	30°	0,866	60,00	50,00	2.598,000	28,00	100,00	2.424,800	15,10	-	2.598,000	-	-	2.424,800	-
		198,00 - 199,00	1,00	30°	0,866	60,00	50,00	2.598,000	27,00	100,00	2.338,200	11,70	2.598,000	-	-	2.338,200	-	-
	1CF-10-BA	-	1,15	45°	0,813	3,00	50,00	121,950	30,00	100,00	2.439,000	15,30	-	121,950	-	-	2.439,000	-
		-	1,10	45°	0,778	10,00	50,00	389,000	39,00	100,00	3.034,200	13,80	389,000	-	-	3.034,200	-	-
		-	1,35	40°	1,034	18,00	50,00	930,600	39,00	100,00	4.032,600	13,60	930,600	-	-	4.032,600	-	-
		-	1,33	40°	1,019	19,00	50,00	968,050	38,00	100,00	3.872,200	19,00	-	968,050	-	-	3.872,200	-
		210,41 - 211,00	0,59	40°	0,452	51,00	50,00	1.152,600	23,00	100,00	1.039,600	13,40	1.152,600	-	-	1.039,600	-	-
		218,35 - 219,00	0,65	40°	0,498	61,00	50,00	1.518,900	14,00	100,00	697,200	10,10	1.518,900	-	-	697,200	-	-
		219,00 - 220,00	1,00	40°	0,766	61,00	50,00	2.336,000	14,00	100,00	1.072,400	10,90	2.336,000	-	-	1.072,400	-	-
	1CF-11-BA	226,80 - 228,00	1,20	30°	1,039	58,00	50,00	3.013,100	32,00	80,00	2.659,840	34,30	-	3.013,100	-	-	2.659,840	-
		229,32 - 230,26	0,94	30°	0,814	57,00	50,00	2.319,900	31,00	80,00	2.018,720	34,30	-	2.319,900	-	-	2.018,720	-
		235,48 - 235,95	0,47	30°	0,407	56,00	50,00	1.139,600	14,00	80,00	455,840	25,80	-	1.139,600	-	-	455,840	-
		237,01 - 238,06	1,05	30°	0,909	54,00	50,00	2.454,300	16,00	80,00	1.163,520	34,90	-	2.454,300	-	-	1.163,520	-
	1CF-18-BA	170,85 - 171,95	1,10	35°	0,901	28,00	50,00	1.261,400	31,00	100,00	2.793,100	35,80	-	-	1.261,400	-	-	2.793,100
		171,95 - 172,70	0,75	35°	0,614	33,00	50,00	1.013,100	35,00	100,00	2.149,000	22,70	-	1.013,100	-	-	2.149,000	-
		172,70 - 173,30	0,60	45°	0,424	38,00	50,00	805,600	29,00	100,00	1.229,600	37,80	-	-	805,600	-	-	1.229,600
		174,30 - 174,88	0,58	35°	0,475	39,00	50,00	926,250	29,00	100,00	1.377,500	34,20	-	926,250	-	-	1.377,500	-
		178,00 - 179,00	1,00	25°	0,906	42,00	50,00	1.902,600	31,00	100,00	2.808,600	40,00	-	-	1.902,600	-	-	2.808,600
		186,43 - 187,00	0,57	30°	0,494	55,00	50,00	1.358,500	35,00	100,00	1.729,000	15,30	-	1.358,500	-	-	1.729,000	-
		187,00 - 188,10	1,10	30°	0,953	58,00	50,00	2.763,700	33,00	100,00	3.194,900	30,00	-	2.763,700	-	-	3.194,900	-

TABELA 12.1 - MEMÓRIA DO CÁLCULO DAS RESERVAS

C.P.R.M.

Intervalo	Furo	Metragem Perf. (m)	Metragem Recup.(m)	Merg.	Espess Real(m)	MEDIDA Comp.da Cam.(m)	MEDIDA Larg. da Cam.(m)	MEDIDA Volume (m³)	INDICADA Comp.da Cam.(m)	INDICADA Larg. da Cam.(m)	INDICADA Volume (m³)	Teor Cr_2O_3	MEDIDA <15% Cr_2O_3(m³)	MEDIDA 15-35% Cr_2O_3 (m³)	MEDIDA >35% Cr_2O_3(m³)	INDICADA <15% Cr_2O_3(m³)	INDICADA 15-35% Cr_2O_3 (m³)	INDICADA >35% Cr_2O_3(m³)
720 - 670	1CF-8-BA	38,32 - 42,80	4,48	20°	4,207	25,000	50,000	5.258,750	-	-	-	28,30	-	5.258,750	-	-	-	-
		45,10 - 46,26	1,16	20°	1,051	25,000	50,000	1.313,750	-	-	-	16,50	-	1.313,750	-	-	-	-
	1CF-9-BA	13,97 - 15,58	1,61	30°	1,394	20,000	50,000	1.394,000	-	-	-	32,30	-	1.394,000	-	-	-	-
		15,58 - 17,58	2,00	30°	1,732	18,000	50,000	1.558,800	-	-	-	27,50	-	1.558,800	-	-	-	-
		17,58 - 20,13	2,55	30°	2,208	15,000	50,000	1.656,000	-	-	-	22,90	-	1.656,000	-	-	-	-
		-	1,60	30°	1,386	14,000	50,000	970,200	-	-	-	32,00	-	970,200	-	-	-	-
		-	2,55	30°	2,208	15,000	50,000	1.656,000	-	-	-	20,60	-	1.656,000	-	-	-	-
		-	1,07	30°	0,927	12,000	50,000	556,200	-	-	-	40,30	-	-	556,200	-	-	-
	1CF-15-BA	20,75 - 23,95	3,20	35°	2,621	25,000	50,000	3.276,250	-	-	-	24,00	-	3.276,250	-	-	-	-
		-	1,12	35°	0,917	-	-	-	9,00	100,00	825,300	16,70	-	-	-	-	825,300	-
		-	1,00	35°	0,819	-	-	-	5,00	100,00	409,500	15,80	-	-	-	-	409,500	-
		-	1,00	35°	0,819	-	-	-	0,50	100,00	40,900	18,10	-	-	-	-	40,900	-
670 - 620	1CF-5-BA	34,00 - 35,00	1,00	30°	0,866	56,000	50,000	2.424,800	39,00	100,00	3.377,400	16,80	-	2.424,800	-	-	3.377,400	-
		37,00 - 38,00	1,00	30°	0,866	56,000	50,000	2.424,800	39,00	100,00	3.377,400	13,50	2.424,800	-	-	3.377,400	-	-
		39,00 - 40,00	1,00	30°	0,866	56,000	50,000	2.424,800	39,00	100,00	3.377,400	34,30	-	2.424,800	-	-	3.377,400	-
		40,00 - 41,00	1,00	30°	0,866	56,000	50,000	2.424,800	41,00	100,00	3.550,600	31,90	-	2.424,800	-	-	3.550,600	-
		41,00 - 42,00	1,00	30°	0,866	56,000	50,000	2.424,800	41,00	100,00	3.550,600	33,50	-	2.424,800	-	-	3.550,600	-
		42,00 - 43,00	1,00	30°	0,866	56,000	50,000	2.424,800	41,00	100,00	3.550,600	24,70	-	2.424,800	-	-	3.550,600	-
		46,35 - 46,55	0,20	40°	0,153	54,000	50,000	413,100	33,00	100,00	504,900	35,50	-	-	413,100	-	-	504,900
		46,95 - 47,55	0,60	40°	0,460	47,000	50,000	1.081,000	38,00	100,00	1.748,000	39,00	-	-	1.081,000	-	-	1.748,000
		48,35 - 49,00	0,65	40°	0,498	45,000	50,000	1.220,500	40,00	100,00	1.992,000	37,50	-	-	1.220,500	-	-	1.992,000
		49,00 - 50,00	1,00	40°	0,765	45,000	50,000	1.723,500	33,00	100,00	2.527,800	27,20	-	1.723,500	-	-	2.527,800	-
		50,00 - 51,00	1,00	40°	0,765	45,000	50,000	1.723,500	33,00	100,00	2.527,800	29,40	-	1.723,500	-	-	2.527,800	-
		53,00 - 53,25	0,25	40°	0,192	38,000	50,000	364,800	40,00	100,00	768,000	37,40	-	-	364,800	-	-	768,000
	1CF-6-BA	142,10 - 142,65	0,55	30°	0,476	25,000	50,000	595,000	19,00	100,00	904,400	14,80	595,000	-	-	904,400	-	-
		145,00 - 146,00	1,00	30°	0,866	18,000	50,000	779,400	19,00	100,00	1.645,400	15,90	-	779,400	-	-	1.645,400	-
		146,00 - 147,00	1,00	30°	0,866	16,000	50,000	692,800	18,00	100,00	1.558,800	24,80	-	692,800	-	-	1.558,800	-
		149,44 - 150,00	0,56	30°	0,485	14,000	50,000	339,500	18,00	100,00	873,000	15,90	-	339,500	-	-	873,000	-
		150,00 - 151,00	1,00	30°	0,866	6,00	50,000	259,800	18,00	100,00	1.558,800	29,40	-	259,800	-	-	1.558,800	-
		151,00 - 151,75	0,75	30°	0,650	6,00	50,000	195,000	18,00	100,00	1.170,000	26,90	-	195,000	-	-	1.170,000	-
		154,00 - 155,00	1,00	30°	0,866	-	-	-	10,00	100,00	866,000	17,70	-	-	-	-	866,000	-
		155,00 - 156,00	1,00	30°	0,866	-	-	-	10,00	100,00	866,000	15,30	-	-	-	-	866,000	-
	1CF-7-BA	62,00 - 63,00	1,00	30°	0,866	42,00	50,000	1.818,600	25,00	100,00	2.165,000	0,30	1.818,600	-	-	2.165,000	-	-
	1CF-8-BA	38,32 - 42,80	1,48	20°	1,207	40,00	50,000	8.414,000	20,00	80,00	6.731,200	25,30	-	8.414,000	-	-	6.731,200	-
		45,10 - 46,26	1,16	20°	1,039	40,00	50,000	2.058,000	20,00	80,00	1.742,400	16,50	-	2.058,000	-	-	1.742,400	-
		72,43 - 73,00	0,57	35°	0,467	50,00	50,000	1.167,500	15,00	80,00	560,400	15,10	-	1.167,500	-	-	560,400	-
		73,00 - 74,24	1,24	35°	1,016	48,00	50,000	2.438,400	12,00	80,00	975,360	13,30	2.438,400	-	-	975,360	-	-
		75,00 - 76,00	1,00	40°	0,766	45,00	50,000	1.723,500	13,00	80,00	796,640	14,30	1.723,500	-	-	796,640	-	-
		76,00 - 77,00	1,00	40°	0,766	40,00	50,000	1.532,000	15,00	80,00	919,200	14,60	1.532,000	-	-	919,200	-	-
		77,00 - 78,00	1,00	40°	0,766	35,00	50,000	1.340,500	15,00	80,00	919,200	15,90	-	1.340,500	-	-	919,200	-
		78,00 - 79,00	1,00	40°	0,766	30,00	50,000	1.149,000	17,00	80,00	1.041,760	8,10	1.149,000	-	-	1.041,760	-	-
	1CF-9-BA	-	1,61	30°	1,394	15,00	50,000	1.045,000	16,00	80,00	1.784,320	32,30	-	1.045,000	-	-	1.784,320	-
		-	2,00	30°	1,732	18,00	50,000	1.558,800	18,00	80,00	2.494,080	27,50	-	1.558,800	-	-	2.494,080	-
		-	2,55	30°	2,208	22,00	50,000	2.428,800	16,00	80,00	2.826,240	22,90	-	2.428,800	-	-	2.826,240	-
		20,13 - 21,73	1,60	30°	1,386	23,00	50,000	1.593,900	21,00	80,00	2.328,480	32,00	-	1.593,900	-	-	2.328,480	-
		21,73 - 24,28	2,55	30°	2,208	30,00	50,000	3.312,000	16,00	80,00	2.826,240	20,60	-	3.312,000	-	-	2.826,240	-
		30,21 - 31,28	1,07	30°	0,927	31,00	50,000	1.436,850	21,00	80,00	1.557,360	40,30	-	-	1.436,850	-	-	1.557,360
	1CF-11-BA	-	0,63	35°	0,516	-	-	-	18,00	80,00	743,040	16,70	-	-	-	-	743,040	-
		-	1,05	35°	0,860	-	-	-	18,00	80,00	1.238,400	16,40	-	-	-	-	1.238,400	-
		-	0,70	35°	0,573	-	-	-	16,00	80,00	733,440	23,30	-	-	-	-	733,440	-
	1CF-15-BA	-	3,20	35°	2,621	20,00	50,000	2.621,000	40,00	100,00	10.484,000	24,00	-	2.621,000	-	-	-	-
		57,88 - 59,00	1,12	35°	0,917	61,00	50,000	2.796,850	18,00	100,00	1.650,600	16,70	-	2.796,850	-	-	-	-
		59,00 - 60,00	1,00	35°	0,819	61,00	50,000	2.497,950	18,00	100,00	1.474,200	15,80	-	2.497,950	-	-	-	-
		60,00 - 61,00	1,00	35°	0,819	61,00	50,000	2.497,950	18,00	100,00	1.474,200	18,10	-	2.497,950	-	-	-	-
		61,00 - 62,00	1,00	35°	0,819	60,00	50,000	2.457,000	20,00	100,00	1.638,000	15,30	-	2.457,000	-	-	-	-
		62,00 - 63,13	1,13	35°	0,925	57,00	50,000	2.636,250	23,00	100,00	2.127,500	14,50	2.636,250	-	-	2.127,500	-	-
		63,34 - 64,14	0,80	35°	0,655	57,00	50,000	1.866,750	30,00	100,00	1.965,000	14,30	1.866,750	-	-	1.965,000	-	-
		68,90 - 69,59	0,69	35°	0,565	43,00	50,000	1.214,750	30,00	100,00	1.695,000	21,00	-	1.214,750	-	-	-	-
		70,48 - 71,46	0,98	35°	0,803	41,00	50,000	1.646,150	28,00	100,00	2.248,400	18,50	-	1.646,150	-	-	-	-
		71,46 - 72,38	0,92	35°	0,753	39,00	50,000	1.468,350	26,00	100,00	1.957,800	15,90	-	1.468,350	-	-	-	-
		-	1,26	40°	0,965	25,00	50,000	1.156,250	23,00	100,00	2.219,500	16,30	-	1.156,250	-	-	-	-
		-	1,18	40°	0,904	19,00	50,000	858,800	19,00	100,00	1.717,600	16,20	-	858,800	-	-	-	-
		-	1,54	40°	1,180	14,00	50,000	782,600	20,00	100,00	2.360,000	14,20	782,600	-	-	-	-	-
	1CF-16-BA	10,88 - 13,43	2,55	40°	1,953	45,00	50,000	4.394,250	43,00	100,00	8.788,500	31,84	-	4.394,250	-	-	8.788,500	-
		18,79 - 21,34	2,55	40°	1,953	50,00	50,000	4.882,500	10,00	100,00	1.953,000	29,10	-	4.882,500	-	-	1.953,000	-
		30,00 - 31,26	1,26	40°	0,965	75,00	50,000	3.618,750	-	-	-	13,00	3.618,750	-	-	-	-	-
		-	0,82	40°	0,628	-	50,000	-	30,00	100,00	1.884,000	19,47	-	-	-	-	1.884,000	-
		-	1,00	40°	0,766	-	50,000	-	20,00	100,00	1.532,000	24,83	-	-	-	-	1.532,000	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,000	-	18,00	100,00	1.558,800	40,66	-	-	-	-	-	1.558,800
		-	1,23	25°	1,114	-	50,000	-	15,00	100,00	1.671,000	32,90	-	-	-	-	1.671,000	-
	1CF-18-BA	66,76 - 70,00	2,52	30°	2,182	30,00	50,00	3.273,000	25,00	100,00	5.673,200	27,50	-	3.273,000	-	-	5.673,200	-
		-	0,30	30°	0,260	-	50,00	-	14,00	100,00	364,000	14,20	-	-	-	364,000	-	-
		-	0,25	30°	0,217	-	50,00	-	10,00	100,00	217,000	24,00	-	-	-	-	217,000	-
620 - 570	1CF-5-BA	-	0,60	35°	0,491	8,00	50,00	196,400	25,00	100,00	1.227,500	39,00	-	-	196,400	-	-	1.227,500
		-	0,65	35°	0,532	11,00	50,00	292,600	27,00	100,00	1.436,400	37,50	-	-	292,600	-	-	1.436,400
		-	1,00	40°	0,766	11,00	50,00	421,300	27,00	100,00	2.058,200	27,20	-	421,300	-	-	2.058,200	-
		-	1,00	40°	0,766	11,00	50,00	421,300	27,00	100,00	2.058,200	29,40	-	421,300	-	-	2.058,200	-
		-	0,25	40°	0,192	16,00	50,00	153,600	34,00	100,00	652,800	37,40	-	-	153,600	-	-	652,800
	1CF-6-BA	142,10 - 142,65	0,55	30°	0,476	25,00	50,00	595,000	19,00	100,00	904,400	14,80	595,000	-	-	904,400	-	-
		145,00 - 146,00	1,00	20°	0,939	18,00	50,00	845,100	19,00	100,00	1.784,100	15,90	-	845,100	-	-	1.784,100	-
		146,00 - 147,00	1,00	25°	0,906	16,00	50,00	724,800	18,00	100,00	1.630,800	24,80	-	724,800	-	-	1.630,800	-
		149,44 - 150,00	0,56	30°	0,485	14,00	50,00	339,500	18,00	100,00	873,000	15,90	-	339,500	-	-	873,000	-
		150,00 - 151,00	1,00	30°	0,866	6,00	50,00	259,800	18,00	100,00	1.558,800	29,40	-	259,800	-	-	1.558,800	-
		151,00 - 151,75	0,75	30°	0,650	6,00	50,00	195,000	18,00	100,00	1.170,000	26,90	-	195,000	-	-	1.170,000	-
		154,00 - 155,00	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	10,00	100,00	866,000	17,70	-	-	-	-	866,000	-
		155,00 - 156,00	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	10,00	100,00	866,000	15,30	-	-	-	-	866,000	-
	1CF-7-BA	-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	30,00	100,00	2.598,000	0,30	-	-	-	2.598,000	-	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	24,00	100,00	2.078,400	20,00	-	-	-	-	2.078,400	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	18,00	100,00	1.558,800	19,00	-	-	-	-	1.558,800	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	14,00	100,00	1.212,400	16,20	-	-	-	-	1.212,400	-
		-	1,00	30°	0,866	-	50,00	-	8,00	100,00	692,800	9,70	-	-	-	692,800	-	-
	1CF-8-BA	-	0,57	35°	0,467	7,00	50,00	163,450	13,00	80,00	607,100	15,10	-	163,450	-	-	607,100	-
		-	1,24	35°	1,016	10,00	50,00	550,500	15,00	80,00	1.219,200	13,90	550,500	-	-	1.219,200	-	-
		-	1,00	40°	0,766	15,00	50,00	574,500	13,00	80,00	796,640	14,90	574,500	-	-	796,640	-	-
		-	1,00	40°	0,766	20,00	50,00	766,000	15,00	80,00	919,200	14,70	766,000	-	-	919,200	-	-
		-	1,00	40°	0,766	23,00	50,00	880,900	17,00	80,00	1.041,760	15,90	-	880,900	-	-	1.041,760	-
		-	1,00	40°	0,766	25,00	50,00	957,500	20,00	80,00	1.225,600	8,10	957,500	-	-	1.225,600	-	-
		120,73 - 122,19	1,46	40°	1,118	60,00	50,00	3.354,000	20,00	80,00	1.788,800	15,60	-	3.354,000	-	-	1.788,800	-
		123,76 - 124,76	0,80	40°	0,613	45,00	50,00	1.379,250	15,00	80,00	735,600	13,70	1.379,250	-	-	735,600	-	-
		-	1,83	40°	0,842	20,00	50,00	842,000	18,00	80,00	1.356,480	27,20	-	842,000	-	-	1.356,480	-
		-	0,72	40°	0,552	18,00	50,00	496,800	17,00	80,00	750,720	33,00	-	496,800	-	-	750,720	-
		-	0,89	40°	0,682	14,00	50,00	477,400	16,00	80,00	872,960	39,30	-	-	477,400	-	-	872,960
		-	1,00	40°	0,766	10,00	50,00	383,000	18,00	80,00	1.103,040	18,70	-	383,000	-	-	1.103,040	-
		-	0,94	40°	0,720	8,00	50,00	288,400	14,00	80,00	722,800	13,80	288,400	-	-	722,800	-	-
		-	1,00	40°	0,766	7,00	50,00	268,100	11,00	80,00	674,080	33,90	-	268,100	-	-	674,080	-
		-	1,05	40°	0,804	5,00	50,00	201,000	10,00	80,00	643,200	19,70	-	201,000	-	-	643,200	-
		-	0,64	40°	0,490	2,00	50,00	49,000	10,00	80,00	392,000	35,10	-	-	49,000	-	-	392,000
	1CF-10-BA	-	0,75	40°	0,575	24,00	50,00	690,000	34,00	100,00	1.955,000	12,80	690,000	-	-	1.955,000	-	-
		-	1,20	40°	0,919	22,00	50,00	1.010,900	34,00	100,00	3.124,600	14,70	1.010,900	-	-	3.124,600	-	-
		-	1,43	40°	1,095	20,00	50,00	1.095,000	34,00	100,00	3.723,000	22,40	-	1.095,000	-	-	3.723,000	-
		-	0,95	40°	0,728	-	50,00	-	30,00	100,00	2.184,000	15,80	-	-	-	-	2.184,000	-
		-	1,00	40°	0,766	-	50,00	-	22,00	100,00	1.685,200	18,90	-	-	-	-	1.685,200	-
		-	1,15	40°	0,813	-	50,00	-	10,00	100,00	813,000	15,30	-	-	-	-	813,000	-
	1CF-11-BA	112,33 - 113,00	0,63	35°	0,516	53,00	50,00	1.367,400	20,00	80,00	825,600	16,70	-	1.367,400	-	-	825,600	-
		113,00 - 114,05	1,05	35°	0,860	53,00	50,00	2.279,000	20,00	80,00	1.376,000	16,40	-	2.279,000	-	-	1.376,000	-
		115,00 - 115,70	0,70	35°	0,573	53,00	50,00	1.518,450	20,00	80,00	916,800	23,30	-	1.518,450	-	-	916,800	-
		123,52 - 124,00	0,48	35°	0,393	51,00	50,00	1.002,150	37,00	80,00	1.163,280	23,00	-	1.002,150	-	-	1.163,280	-
		124,00 - 125,00	1,00	35°	0,819	51,00	50,00	2.088,450	37,00	80,00	2.424,240	15,20	-	2.088,450	-	-	2.424,240	-
		125,00 - 126,20	1,20	35°	0,893	51,00	50,00	2.277,150	37,00	80,00	2.643,220	17,70	-	2.277,150	-	-	2.643,280	-
		129,00 - 130,00	1,00	35°	0,819	51,00	50,00	2.088,450	37,00	80,00	2.424,240	16,00	-	2.088,450	-	-	2.424,240	-
		130,00 - 131,00	1,00	30°	0,866	51,00	50,00	2.208,300	37,00	80,00	2.563,360	11,40	2.208,300	-	-	2.563,360	-	-
		132,24 - 133,00	0,76	30°	0,658	51,00	50,00	1.677,800	37,00	80,00	1.947,680	19,00	-	1.677,800	-	-	1.947,680	-
		133,00 - 134,00	1,00	30°	0,866	51,00	50,00	2.208,300	37,00	80,00	2.563,360	18,10	-	2.208,300	-	-	2.563,360	-
		134,36 - 135,00	0,64	30°	0,598	51,00	50,00	1.524,900	37,00	80,00	1.770,080	17,60	-	1.524,900	-	-	1.770,080	-
		135,00 - 136,00	1,00	30°	0,866	51,00	50,00	2.208,300	37,00	80,00	2.563,360	17,70	-	2.208,300	-	-	2.563,360	-
		136,27 - 137,56	1,29	30°	1,117	51,00	50,00	2.848,350	29,00	80,00	2.591,440	17,20	-	2.848,350	-	-	2.591,440	-
		-	1,00	30°	0,866	20,00	50,00	866,000	15,00	80,00	1.039,200	12,40	866,000	-	-	1.039,200	-	-
		-	1,15	30°	0,996	20,00	50,00	996,000	15,00	80,00	1.195,200	16,20	-	996,000	-	-	1.195,200	-
		-	0,30	30°	0,260	20,00	50,00	260,000	15,00	80,00	312,000	20,50	-	260,000	-	-	312,000	-
		-	0,25	30°	0,217	20,00	50,00	217,000	15,00	80,00	260,400	22,00	-	217,000	-	-	260,000	-
		-	0,31	30°	0,268	20,00	50,00	268,000	15,00	80,00	321,600	21,80	-	268,000	-	-	321,600	-
	1CF-15-BA	-	1,12	35°	1,409	-	-	-	28,00	100,00	3.945,200	16,70	-	-	-	-	3.945,200	-
		-	1,00	35°	0,819	-	-	-	33,00	100,00	2.702,700	15,80	-	-	-	-	2.702,700	-
		-	1,00	35°	0,819	-	-	-	37,00	100,00	3.030,300	18,10	-	-	-	-	3.030,300	-
		-	1,00	35°	0,819	-	-	-	40,00	100,00	3.276,000	15,30	-	-	-	-	3.276,000	-
		-	1,13	35°	0,925	3,00	50,00	138,750	42,00	100,00	3.885,000	14,50	138,750	-	-	3.885,000	-	-
		-	0,80	35°	0,655	5,00	50,00	98,250	35,00	100,00	2.292,500	14,30	98,250	-	-	2.292,500	-	-
		-	0,69	35°	0,565	14,00	50,00	395,500	33,00	100,00	1.864,500	21,00	-	395,500	-	-	1.864,500	-
		-	0,98	35°	0,803	17,00	50,00	682,550	33,00	100,00	2.649,900	18,50	-	682,550	-	-	2.649,900	-
		-	0,92	35°	0,753	23,00	50,00	865,950	31,00	100,00	2.334,300	15,90	-	865,950	-	-	2.334,300	-
		75,56 - 80,82	1,26	40°	0,965	36,00	50,00	1.737,000	30,00	100,00	2.895,000	16,30	-	1.737,000	-	-	2.895,000	-
		80,82 - 82,00	1,18	40°	0,904	40,00	50,00	1.808,000	31,00	100,00	2.802,400	16,20	-	1.808,000	-	-	2.802,400	-
		82,46 - 84,00	1,54	40°	1,180	43,00	50,00	2.124,000	31,00	100,00	3.658,000	14,70	2.124,000	-	-	3.658,000	-	-
		85,00 - 85,00	1,00	40°	0,766	57,00	50,00	2.183,100	28,00	100,00	2.144,800	15,40	-	2.183,100	-	-	2.144,800	-
		90,72 - 91,49	0,77	35°	0,631	57,00	50,00	1.798,350	28,00	100,00	1.766,800	23,20	-	1.798,350	-	-	1.766,800	-
		109,30 - 109,83	0,53	35°	0,434	60,00	50,00	1.302,000	-	-	-	33,10	-	1.302,000	-	-	-	-
	1CF-16-BA	61,58 - 62,40	0,82	40°	0,628	52,00	50,00	1.632,800	26,00	100,00	1.632,800	19,47	-	1.632,800	-	-	1.632,800	-
		66,67 - 67,67	1,00	40°	0,766	52,00	50,00	1.991,600	28,00	100,00	2.144,800	24,83	-	1.991,600	-	-	2.144,800	-
		67,67 - 68,67	1,00	30°	0,866	52,00	50,00	2.251,600	28,00	100,00	2.424,800	40,66	-	-	2.251,600	-	-	2.424,800
		68,67 - 69,90	1,23	25°	1,114	52,00	50,00	2.896,400	28,00	100,00	3.119,200	32,90	-	2.896,400	-	-	3.119,200	-
		71,20 - 71,67	0,47	20°	0,441	52,00	50,00	1.146,600	42,00	100,00	1.852,200	18,87	-	1.146,600	-	-	1.852,200	-
		73,71 - 74,66	0,95	20°	0,892	51,00	50,00	2.274,600	54,00	100,00	4.816,800	33,50	-	2.274,600	-	-	4.816,800	-
		75,00 - 76,30	1,30	15°	1,255	50,00	50,00	3.062,500	56,00	100,00	6.860,000	32,60	-	3.062,500	-	-	6.860,000	-
		81,75 - 81,95	0,20	10°	0,197	51,00	50,00	502,350	50,00	100,00	985,000	26,38	-	502,350	-	-	985,000	-
		95,70 - 96,20	0,50	10°	0,492	38,00	50,00	934,800	30,00	100,00	1.476,000	26,70	-	934,800	-	-	1.476,000	-
		-	2,00	35°	1,638	28,00	50,00	2.293,200	29,00	100,00	4.750,200	22,45	-	2.293,300	-	-	4.750,000	-
	1CF-17-BA	85,00 - 86,48	1,48	30°	1,282	55,50	50,00	3.553,550	3,00	100,00	384,600	26,70	-	3.553,550	-	-	384,600	-
		86,48 - 87,48	1,00	30°	0,866	50,00	50,00	2.165,000	18,00	100,00	1.558,800	34,30	-	2.165,000	-	-	1.558,800	-
		87,48 - 88,36	0,88	30°	0,762	60,00	50,00	2.286,000	18,00	100,00	1.371,600	34,05	-	2.286,000	-	-	1.371,600	-
		-	0,88	30°	0,762	-	50,00	-	22,00	100,00	1.676,400	34,05	-	-	-	-	1.676,400	-
	1CF-18-BA	92,30 - 92,60	0,30	30°	0,260	65,00	50,00	845,000	8,00	100,00	208,000	14,20	845,000	-	-	208,000	-	-
		97,20 - 97,45	0,25	30°	0,217	65,00	50,00	705,250	11,00	100,00	238,700	24,00	-	705,250	-	-	238,700	-
		-	2,50	30°	2,165	22,00	50,00	2.381,500	23,00	100,00	4.979,500	27,50	-	2.381,500	-	-	4.979,500	-

Cont.

belecidas (ver mapa 12.2), foi cubado em cálculo à parte, empregando-se as mesmas distâncias anteriores para as reservas medida e indicada, sendo os resultados apresentados no quadro geral das reservas (Tabela 12.2). Foi considerado como limite inferior, para efeito de cálculo, a profundidade de 20 metros a contar da cota das frentes de serviço.

Dos resultados obtidos pode-se concluir:

1. Do total da reserva medida,

- cerca de 22 por cento do minério tem um teor inferior a 15 por cento de Cr_2O_3 (teor médio de 12,86%);

- aproximadamente 72 por cento possui um teor situado entre 15 e 35 por cento de Cr_2O_3 (teor médio de 22,29%);

- cerca de 6 por cento tem um teor acima de 35% de Cr_2O_3 (teor médio de 38,45%).

2. Do total da reserva indicada,

- cerca de 24 por cento do minério tem um teor inferior a 15 por cento de Cr_2O_3 (teor médio de 12,57%);

- aproximadamente 69 por cento possui um teor situado entre 15 e 35 por cento de Cr_2O_3 (teor médio de 21,90%);

- cerca de 7 por cento tem um teor acima de 35 por cento de Cr_2O_3 (teor médio de 38,33%).

12.2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA MINA DE COITIZEIROS

C.P.R.M.

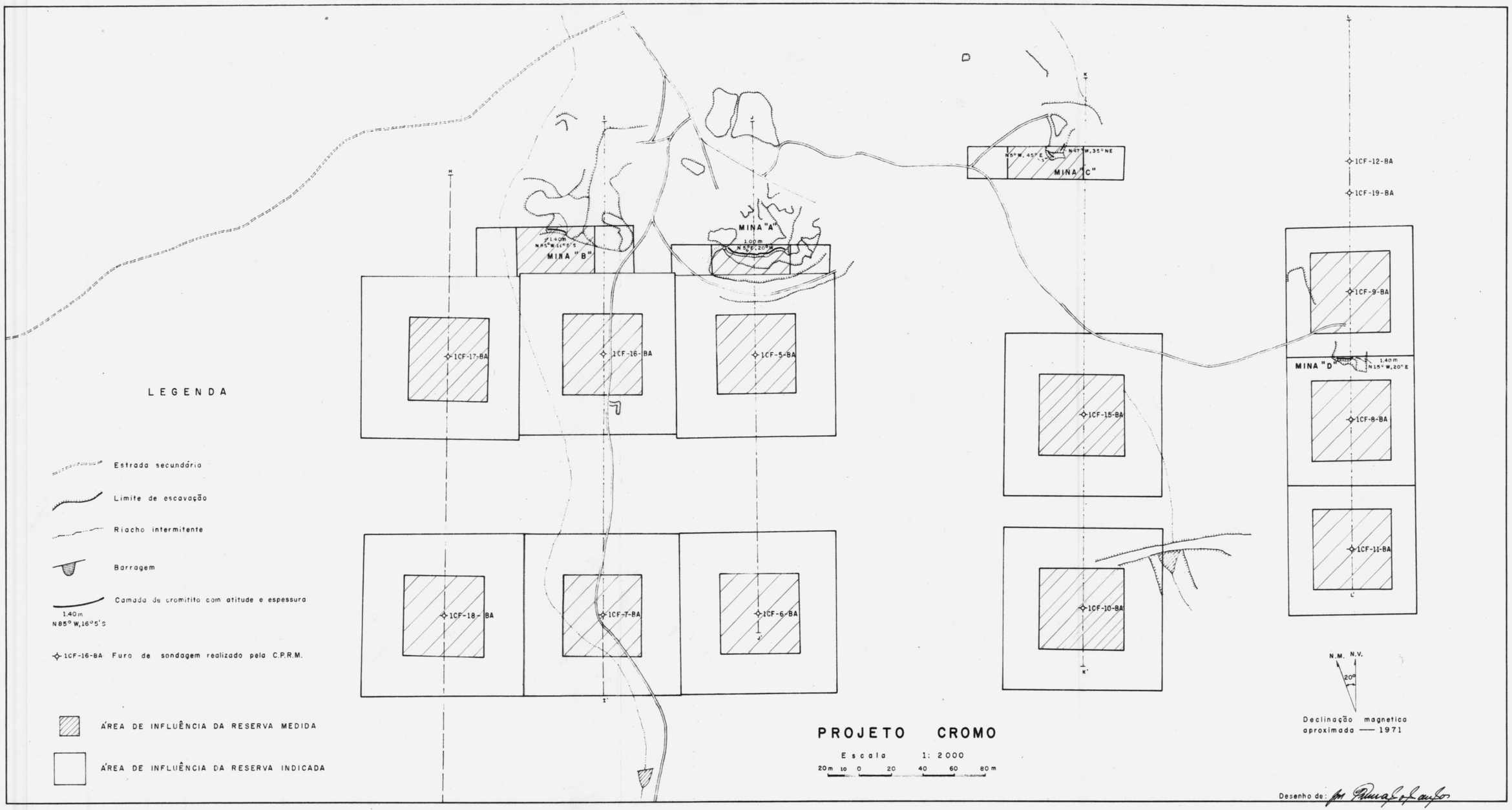


TABELA 12.2 QUADRO GERAL DAS RESERVAS

CPRM

INTERVALOS	DADOS	RESERVA MEDIDA < 15% Cr_2O_3	RESERVA MEDIDA 15-35% Cr_2O_3	RESERVA MEDIDA > 35% Cr_2O_3	RESERVA INDICADA < 15% Cr_2O_3	RESERVA INDICADA 15-35% Cr_2O_3	RESERVA INDICADA > 35% Cr_2O_3
720—670	VOLUME (m^3)	—	17.083,750	556,200	—	1.275,700	—
	DENSIDADE E TEOR MÉDIO	—	3,33 25,76	3,90 40,30	—	3,12 16,45	—
	TONELAGEM	—	56.888,887	2.169,180	—	3.980,184	—
670—620	VOLUME (m^3)	20.585,650	72.522,000	4.516,250	16.996,260	107.205,640	8.129,060
	DENSIDADE E TEOR MÉDIO	2,87 12,45	3,33 20,88	3,90 38,55	2,85 12,04	3,12 24,05	3,9 38,83
	TONELAGEM	59.080,815	241.498,260	17.613,375	48.439,341	334.481,596	31.703,334
620—570	VOLUME (m^3)	13.058,350	74.414,550	3.420,600	28.529,420	126.661,540	7.006,460
	DENSIDADE E TEOR MÉDIO	2,87 13,14	3,33 22,31	3,90 39,87	2,85 12,27	3,12 22,15	3,9 38,93
	TONELAGEM	37.477,469	247.800,451	13.340,340	81.308,847	395.184,004	27.395,194
570—520	VOLUME (m^3)	37.893,800	63.935,000	5.174,100	50.484,140	82.323,760	7.179,400
	DENSIDADE E TEOR MÉDIO	2,87 13,17	3,33 21,91	3,90 37,43	2,85 12,77	3,12 19,69	3,9 37,63
	TONELAGEM	108.755,206	212.903,550	20.178,990	143.879,799	256.850,131	27.999,660
520—470	VOLUME (m^3)	21.321,800	32.955,250	3.969,600	45.645,200	47.282,920	6.831,300
	DENSIDADE E TEOR MÉDIO	2,87 12,56	3,33 24,29	3,90 38,21	2,85 12,75	3,12 20,37	3,9 37,88
	TONELAGEM	61.193,566	109.740,982	15.481,440	130.088,820	147.522,710	26.642,070

GRUPOS DE MINÉRIOS	< 15% Cr_2O_3	15-35% Cr_2O_3	> 35% Cr_2O_3	TONELAGEM TOTAL
RESERVA MEDIDA	266.507,051	868.832,130	68.783,325	1.204.122,000
RESERVA INDICADA	403.716,807	1.138.018,625	113 670,258	1.655.405,000

MINÉRIO AFLORANTE	MINA A	MINA B	MINA C	TONELAGEM TOTAL
RESERVA MEDIDA	23.940,000	10.659,000	9.044,000	43.643,000
RESERVA INDICADA	23.940,000	10.659,000	9.044,000	43,643,000

Desenho: [illegible]

3. Cerca de 40 por cento do minério medido com teor inferior a 15 por cento encontra-se no intervalo 570-520 metros.

4. O minério medido com teor situado entre 15 e 35 por cento está assim distribuído:

- cerca de 28 por cento no intervalo 670-620 metros;

- cerca de 29 por cento no intervalo 620-570 metros;

- cerca de 25 por cento no intervalo 570-520 metros.

5. As reservas medidas com teores acima de 35 por cento, estão distribuídas da seguinte maneira:

- cerca de 26 por cento no intervalo 670-620 metros;

- cerca de 19 por cento no intervalo 620-570 metros;

- cerca de 29 por cento no intervalo 570-520 metros;

- cerca de 23 por cento no intervalo 520-470 metros.

Admitindo-se que para efeito da cubagem das reservas medida e indicada, utilizou-se apenas 25 por cento da área mais promissora da mina, um valor da ordem de $8,5.10^6$ toneladas para a reserva inferida, parece ser bastante razoável.

12.2.2 Reservas Indicadas do Distrito Cromitífero de Campo Formoso

Para o cálculo das reservas indicadas, o distrito pode ser dividido em 3 faixas ou "trends": o "trend" de Pedrinhas, que inclui as Minas de Pedrinhas, Campinhos, Coitizeiros e a Ocorrência de Cansa Cavalo; o "trend" de Cascabulhos, abrangendo a Mina de Cascabulhos, as trincheiras do Morro Maria Eugênia, os Filões 10, 11 e 12, e as Minas de Jatobá e Camarinha, e o "trend" de Limoeiro, que engloba pequenas escavações e trincheiras na base da escarpa de falha do quartzito, perto da Vila de Limoeiro.

As reservas indicadas estimadas estão baseadas nos dados reunidos no mapeamento das minas e na descrição dos testemunhos de sondagem. No distrito, os furos de sonda estão assim distribuídos: Pedrinhas (cerca de 160, em junho de 1971), Campinhos (12), Coitizeiros (27), Cansa Cavalo (6), Limoeiro (8), Camarinha (2), Jatobá (8), e Cascabulhos (15). Muitos dos testemunhos eram de profundidade e qualidade insuficientes para serem usados no cálculo das reservas, porém forneceram dados quanto à profundidade da zona de intemperismo ou da espessura do coluvião. Os seguintes cálculos da reserva indicada são para o cromitito compacto de grau metalúrgico e não incluem estimativas de minérios de cromita de grau mais baixo.

O "trend" de Pedrinhas é caracterizado por 4 camadas de cromitito de direção N70-85°W e N60-75°E,

com mergulhos de 20 a 35° para sul. Estes cromititos podem ser traçados por cerca de 5.500 metros ao longo da direção, mas a projeção mergulho-abaixo da sequência superior de 3 camadas é de apenas 75 metros, e a camada inferior pode ser projetada mergulho-abaixo por cerca de 200 metros. Uma grande falha, que colocou camadas de anfibolito e actinolita gnaisse em contato com a zona portadora de cromitito, impede a projeção do cromitito além deste limite de 200 metros.

Para o cálculo da reserva, o comprimento do "trend" de Pedrinhas é de 5.500 metros e a espessura agregada média do cromitito extraível é calculada em 5 metros. O teor médio de Cr_2O_3 é 43,5 por cento, existindo 3,8 toneladas métricas de cromitito por metro cúbico. As reservas indicadas de minério de cromita, excluindo o minério de grau mais baixo, são calculadas do seguinte modo:

c		l		e	
5.500	x	200	x	5	= 5.500.000 metros cúbicos

5.500.000 x 3,8 = 20.900.000 toneladas métricas de cromitito maciço com uma média estimada de 43,5 por cento de Cr_2O_3.

Além do minério de cromita compacto, há consideráveis reservas de cromita friável de grau mais baixo, que podem ser lavadas e concentradas, eliminando-se o serpentinito argilizado altamente intemperizado. Este minério friável é recuperado nas ope-

rações de desmonte e possui uma espessura média de cerca de 7 metros, sendo originado principalmente, de zonas de serpentinito cromitífero finamente estratificado, e de serpentinito com textura em rede, que contêm de 10 a 30 por cento de cromita. Um cálculo das reservas indicadas de minério friável se baseia num comprimento de 5.500 metros, numa largura de 200 metros e uma espessura de 7 metros.

c		l		e	
5.500	x	200	x	7	= 7.700.000 metros cúbicos

Desse volume total de rocha intemperizada, estima-se uma percentagem 15 por cento de cromita.

7.700.000 x 0,15 = 1.555.000 metros cúbicos de cromita friável.

1.555.000 x 4,4 = 5.082.000 toneladas métricas de cromita friável.

Esta cromita friável possui em média 40 por cento de Cr_2O_3, 6 a 11 por cento de SiO_2, e cerca de 26 por cento de FeO + Fe_2O_3.

O "trend" de Cascabulhos é caracterizado por 3 a 4 camadas de cromitito, de direção N20-45°E e mergulho de 55 a 65° para leste. Este "trend" pode ser traçado por cerca de 2.500 metros, desde a Mina de Camarinha até ao norte da Mina 28, perto do Morro Maria Eugênia. A espessura agregada do cromitito é de cerca de 5 metros, e a largura mergulho-abaixo é calculada em 200 metros, embora seja improvável

que a extração de cromitito, por meio de escavação aberta, possa ir além de 50 metros de profundidade.

c		l		e		
2.500	x	200	x	5	=	2.500.000 metros cúbicos

2.500.000 x 3,8 = 9.500.000 toneladas métricas de cromitito maciço com uma média estimada de 43,5 por cento de Cr_2O_3.

Não existem reservas apreciáveis de cromita friável ao longo do "trend" de Cascabulhos.

A geologia ao longo do "trend" de Limoeiro não está completamente conhecida, e por esta razão, as reservas indicadas estão calculadas com base na geologia observada em 2 pequenas escavações, e em informações obtidas através de 8 furos de sondagem. A faixa de cromitito se estende, provavelmente, por cerca de 1000 metros para leste, a partir da falha de Limoeiro. Tres camadas de cromitito foram atravessadas pelo furo FL-2 e tinham uma espessura agregada de aproximadamente 3 metros. As reservas indicadas são calculadas do seguinte modo:

c		l		e		
1.000	x	30	x	3	=	90.000 metros cúbicos

90.000 x 3,8 = 342.000 toneladas métricas de cromitito maciço com uma média estimada de 43,5 por cento de Cr_2O_3.

Desde que as camadas de cromitito estão muito próximas da escarpa de falha do quartzito, é muito provável que as operações de mineração sejam confinadas a uma faixa de 60 metros de largura perto da escarpa do quartzito.

Os cálculos de reserva total de cromita do distrito são resumidos da seguinte maneira:

1. "trend" de Pedrinhas = 20.900.000 toneladas métricas de minério compacto

   5.082.000 toneladas métricas de cromita friável

2. "trend" de Cascabulhos = 9.500.000 toneladas métricas de minério compacto

3. "trend" de Limoeiro = 342.000 toneladas métricas de minério compacto.

A soma é de 35.824.000 toneladas métricas. Desse total, 30.742.000 toneladas métricas são de minério compacto de grau metalúrgico.

12.3 Vida do Distrito Mineiro

A vida das minas depende da quantidade média de minério extraída e também das reservas de cromita no distrito. Admitindo-se que cada ano são extraídas 60.000 toneladas métricas de cromita de grau metalúrgico, e que, das 36.000.000 de toneladas métricas de minério indicado, apenas 25% ou seja 9.000.000 de toneladas métricas podem ser economicamente exploradas, a vida do distrito é de cerca de 150 anos.

Indubitavelmente, os problemas de mineração da cromita influenciarão a vida do distrito mais do que qualquer cálculo de reserva. O alto grau de falhamento e os custos de remoção da cobertura ao longo do "trend" de Pedrinhas tornam vagarosa a extração do cromitito. Se técnicas de separação magnética forem cada vez mais aperfeiçoadas na Mina de Pedrinhas, e aplicadas também na Mina de Coitizeiros, as reservas de cromita de grau metalúrgico serão aumentadas, e os custos de remoção das grandes quantidades de serpentinito intemperizado e coluvião serão compensados pela recuperação do minério friável.

12.4 Mineração e Beneficiamento do Minério

Na Mina de Pedrinhas, os efeitos do intemperismo intenso se estendem até aproximadamente 45 metros abaixo do solo. A ação deste intemperismo predominantemente químico é facilitada pela presença de numerosas falhas e fraturas observadas na área. A Ferbasa está atualmente empregando duas escavadeiras mecânicas (3/4 jardas cúbicas), duas carregadeiras (1 1/2 jardas cúbicas), cinco tratores, uma "scraper" e 30 caminhões (3 jardas cúbicas)

para remover o coluvião e as rochas serpentínicas altamente intemperizadas das Minas de Pedrinhas, Campinhos e Valérios. Na principal escavação da Mina de Pedrinhas, duas carregadeiras, trabalhando conjuntamente com um trator, removem o serpentinito argilisado e o coluvião mais fino, enquanto duas escavadeiras mecânicas são empregadas na remoção do coluvião mais grosseiro e do serpentinito menos intemperizado. Estima-se que 5.000 metros cúbicos de coluvião e serpentinito intemperizado são removidos por dia destas tres minas, durante a estação seca.

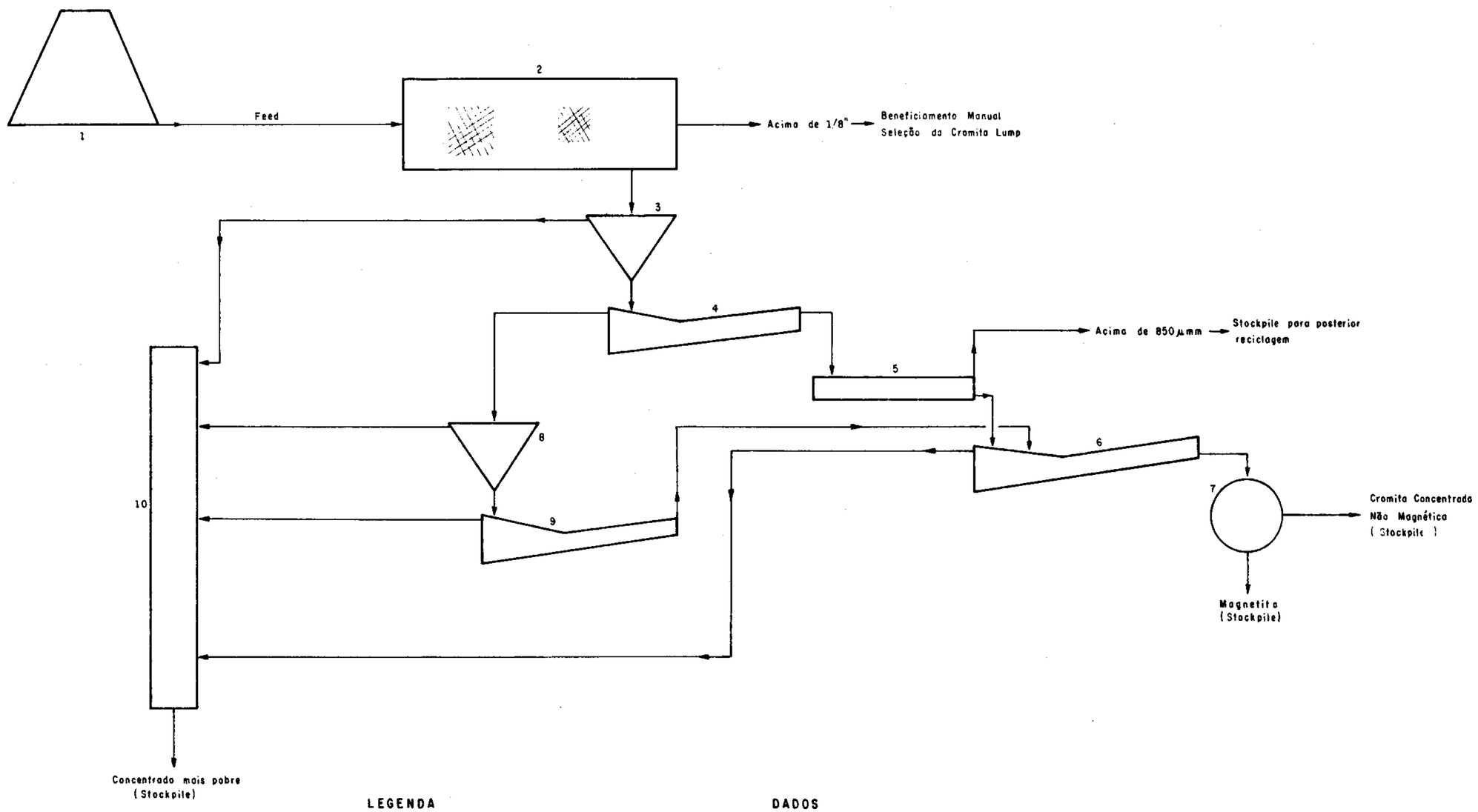
O serpentinito argilisado contendo cromita friável é transportado de 500 a 800 metros até a usina concentradora de cromita, onde os minérios friáveis são beneficiados (Figura 12.3). Depois da lavagem e, após passar por uma peneira giratória desintegradora, onde se verifica a separação do minério compacto e do minério friável, dos silicatos e da cromita, o minério friável é passado através de um separador magnético rotativo, onde a fração magnética é separada da cromita. Análises realizadas pela Ferbasa revelam um enriquecimento de Cr_2O_3 de 25 a 35% no minério sem tratamento para 50% na cromita concentrada, com uma razão Cr/Fe de 1,7.

Enquanto as escavações das Minas de Pedrinhas e Campinhos são favoráveis à remoção de grandes volumes de cromita friável, as trincheiras existentes na vizinhança da Vila de Sto. Antônio são escavadas em serpentinito fracamente argilisado, relativamente duro, que dá origem a pequenos volumes de minério friável.

C.P.R.M.

FIGURA 12.3 ESQUEMA DA USINA CONCENTRADORA DE CROMITA

Mina Pedrinhas — Ferbasa



LEGENDA

1 — Stockpile de friável — Alimentador
2 — Trommel — Peneira giratória desintregadora — 1/8"
3 — Cone Deslamador
4 — Transportador Helicoidal
5 — Peneira Vibratória — 850 µmm
6 — Classificador Helicoidal
7 — Separador Magnético
8 — Cone Deslamador
9 — Transportador Helicoidal
10 — Recuperação Secundária ou Recuperação dos Finos

DADOS

1 — Alimentação — Injeção de 1000-1200 t/dia de minério friável (25-35% de Cr_2O_3)

2 — Saída — 250-300 t/dia de cromita concentrada. Análise média mensal do não magnético :

Cr_2O_3	—	50,47%
FeO	—	25,64%
SiO_2	—	2,70%
Al_2O_3	—	8,05%
MgO	—	7,52%
CaO	—	0,82%
Outros	—	4,80%
Cr/Fe	—	1,69

Des. [illegible]

Fonte : Ferbasa

O intemperismo na Mina de Cascabulhos se estendeu à profundidade de cerca de 20 metros, e as camadas de cromitito são duras e maciças. Atualmente, métodos simples de mineração são usados para extrair o minério compacto, sendo empregadas picaretas e alavancas e, algumas vezes, compressor de ar e martelo pneumático. A abundância de minério de cromita compacto de grau metalúrgico provocará, indubitavelmente, uma futura mudança na atividade de mineração nesta área.

Na Mina de Coitizeiros, a lavra se desenvolve vagarosamente, não dispondo de tratores ou escavadeiras. O desmonte é feito apenas com pás e picaretas, sendo a remoção do esteril realizada por caminhão basculante. O beneficiamento do minério friável é feito numa betoneira de 750 litros de capacidade que recebe cargas de até 300 quilos e, permite uma descarga da ordem de 100 a 150 quilos de concentrado, em cada 5 minutos. A capacidade efetiva atual é de 14 toneladas por 8 horas/dia. Está planejado para 1972, a instalação de um engenho de beneficiamento com capacidade inicial para 2.000 toneladas métricas mensais de cromita concentrada, funcionando um turno diário de 8 horas, com previsão para 6.000 toneladas num ritmo de 24 horas por dia. Segundo dados fornecidos pela Comisa, o minério friável não beneficiado apresenta um teor de Cr_2O_3 variando entre 18 e 22%, aumentando no concentrado obtido para cerca de 40%. O resultado de 68 análises químicas de minério de cromita concentrada é apresentado no diagrama termário da figura 12.4.

As atividades futuras de mineração continuarão a ser desenvolvidas a céu aberto ou através de trincheiras, e é bastante improvável que a lavra subterrânea seja iniciada antes que os segmentos falhados de cromitito tenham sido mapeados em detalhe e que, suas continuidades tenham sido estabelecidas em subsuperfície.

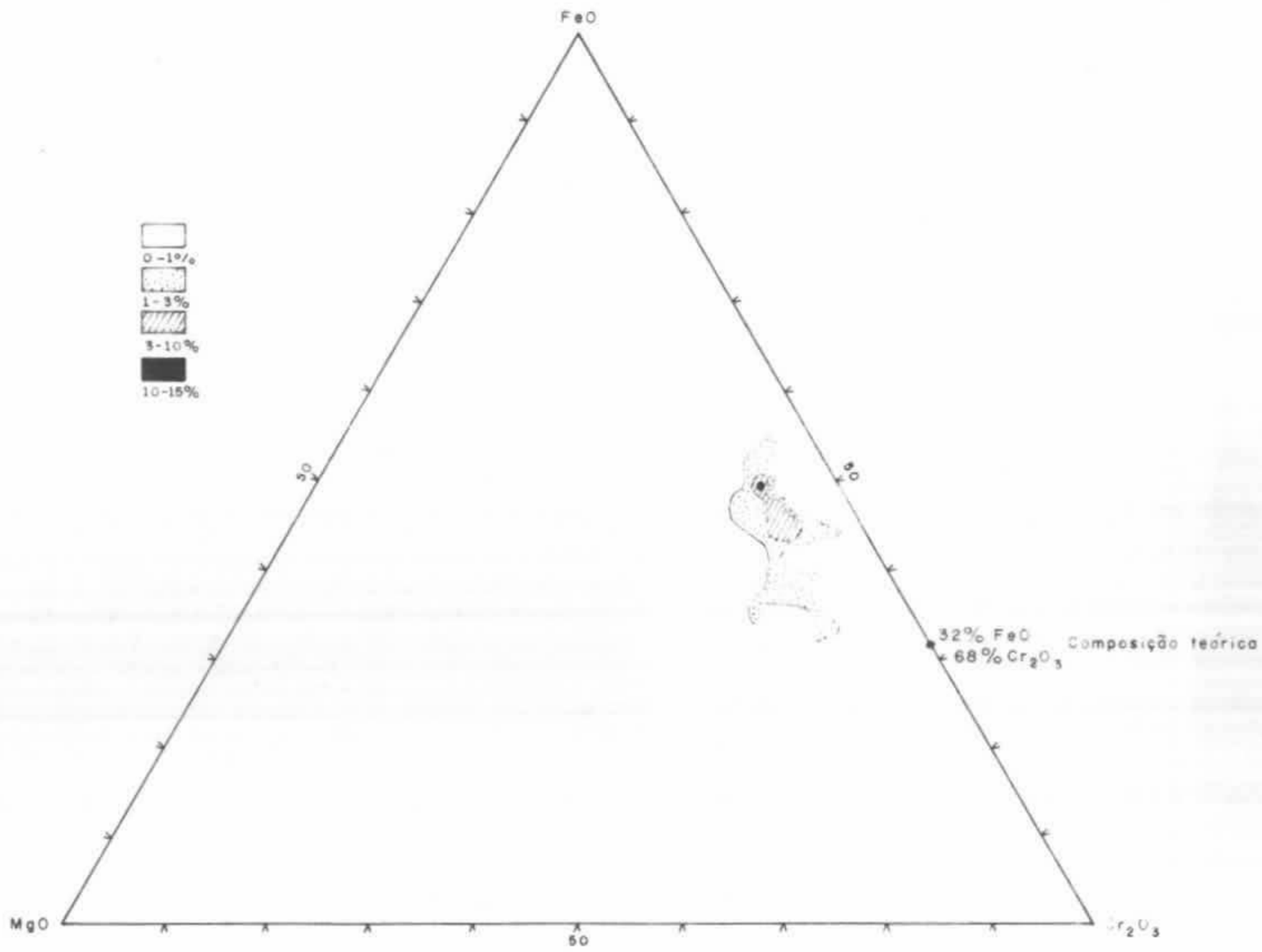


FIGURA 12.4 Diagrama ternário mostrando a variação do ferro, cromo e magnésio em 68 análises químicas de minério friável de cromita concentrado da Mina Coitizeiros. (Todo ferro foi analizado como FeO)

Des.

13. OUTRAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE ULTRAMÁFICA

13.1 Área Norte-Nordeste de Campo Formoso

Com o objetivo de verificar a continuidade da faixa de rochas metaultramáficas para NE de Campo Formoso, foram realizados perfis magnetométricos experimentais na região compreendida pela Cidade de Campo Formoso e a extremidade norte da Serra de Jacobina (Faixa B, Anexo XVII). Este levantamento seria utilizado para justificar um estudo geofísico sistemático na região, visto que estas rochas ultramáficas possuiriam a mesma posição geológico-estrutural daquelas existentes em Campo Formoso. Devido ao término do projeto, apenas alguns perfis foram realizados.

Na área próxima à Fazenda Bananeira, blocos rolados de cromitito de até 30 centímetros de diâmetro foram observados. Os perfis magnetométricos aí realizados, com leituras feitas num intervalo de 10 metros, revelaram zonas de anomalia características de rochas ultramáficas.

O levantamento geoquímico realizado pelo Projeto Cromo ao norte de Campo Formoso (Mapa 10.1), revelou uma área de anomalia promissora para cromo nas vizinhanças do Riacho Campo Salgado, para a qual foi recomendada uma amostragem na bacia anômala.

Estudos geológicos preliminares foram iniciados na meia encosta situada nas proximidades da Fazenda da Vargem, na parte norte da Serra de Jacobina, através de picadas realizadas, porém o manto coluvionar impediu uma melhor observação da geologia local.

13.2 Ultramáficas a Este da Serra de Jacobina

O mapeamento geológico realizado pela equipe do Projeto Bahia na Quadrícula de Euclides da Cunha, na escala 1:100.000, revelou a existência de zonas ultramáficas, tendo sido cadastradas cinco ocorrências de cromita. Estes depósitos estão subordinados a corpos ultramáficos do tipo alpino (Mc Taggart, 1971), encaixados nos migmatitos anfibolíticos a biotita, segundo direções preferenciais coincidentes com a direção da foliação regional.

Na Ocorrência da Fazenda Monte Alegre (Folha de Andorinha) foi mapeado um corpo de rocha ultramáfica com aproximadamente 1000 metros de comprimento e largura média de 120 metros, onde ocorrem muitos blocos rolados de cromitito ferruginoso. A faixa se estende na direção norte-sul, paralelamente à direção da foliação regional das encaixantes, migmatitos "anfibolíticos" com níveis de rochas silicatadas intercalados.

Uma análise mineralógica de uma amostra coletada entre os rolados de rocha ultramáfica, de granulometria grosseira, apresentou a seguinte composição: hornblenda (66%), ortopiroxênio (31%), magnetita (2,5%) e granada (0,5%).

A análise química de uma amostra de cromitito acusou os seguintes resultados: Cr_2O_3 = 47,5%, Fe_2O_3 = 18,6% Al_2O_3 = 15,1%, SiO_2 = 0,8% e razão Cr/Fe = 2,5.

Nesta ocorrência, dois perfis magnetométricos foram realizados transversalmente à faixa ultramáfica e distantes um do outro 300 metros. Duas fortes anomalias foram

detectadas em cada perfil, observando-se que elas são perfeitamente correlacionáveis nos perfis estudados. Em cada ponto de medida magnetométrica foi realizada uma amostragem geoquímica do solo, a uma profundidade de 20 centímetros, para dosagens de Cr, Ni e Cu. O resultado das análises revelou fortes anomalias para Cr e, em menor amplitude, para Ni. Os resultados para Cu foram bastante pobres.

A Ocorrência da Fazenda Retiro (Folha de Andorinha) restringe-se a uma área não superior a 1.500 metros quadrados, onde foram abertas diversas trincheiras e poços para prospecção. Nas proximidades das escavações, blocos de cromitito de até 0,40 metros de diâmetro foram observados pelos geólogos do Projeto Bahia, que salientaram a existência de vestígios de serpentinito bastante alterado.

A análise química de um rolado de cromitito local revelou o seguinte resultado: Cr_2O_3 = 41,9%, Fe_2O_3 = 16,0%, Al_2O_3 = 16,9%, SiO_2 = 4,4% e relação Cr/Fe = 2,5.

Ao redor do Riacho Tapado, 2 quilômetros a leste da Fazenda da Praça (Folha de Andorinha), foi localizada a Ocorrência Riacho Tapado. O corpo de rocha ultramáfica apresenta-se serpentinizado em quase toda sua extensão, possuindo uma largura média de 250 metros e um comprimento estimado em 2,5 quilômetros. Uma dobra sinclinal de pequeno raio de curvatura foi mapeada, sendo responsável pela configuração localmente meândrica do riacho.

Ao sul, aproximadamente 2,5 quilômetros a leste da Fazenda Cachoeira, foi mapeado um corpo de rocha ultramáfica que provavelmente confirma o prolongamento do flanco oeste da estrutura para sul.

As rochas encaixantes são gnaisses intercalados com anfibolitos, tendo sido notada a presença de rolados de cromitito dispersos.

A ocorrência da Fazenda Ipueira dista 1,5 quilômetros para oeste da Fazenda do mesmo nome (Folha de Andorinha), tendo sido mapeada uma faixa de rocha ultramáfica serpentinizada, com uma largura média de 200 metros, em contato com rochas calcosilicatadas (diopsiditos). A separação destas duas litologias na ausência de afloramentos é bastante difícil, porém pode-se observar uma provável extensão por cerca de 12 quilômetros para sul deste corpo ultramáfico.

Depósitos de cromita associados a corpos de rocha ultramáfica serpentinizada, que se estendem segundo a direção N60°E aproximadamente, foram cadastrados sob a designação de Ocorrência Pau-Ferro, na Fazenda Pau-Ferro, Município de Cansanção (Folha de Itiuba). O corpo principal mede cerca de 35 metros de comprimento por 6 de largura. Um outro corpo foi mapeado 400 metros ao sul, observando-se rochas migmatíticas separando estas 2 faixas.

Uma análise realizada num bloco de cromitito rolado do primeiro corpo ultramáfico, forneceu os seguintes resultados: SiO_2 = 7,2%, Cr_2O_3 = 35,7%, Fe_2O_3 = 15,1%, Al_2O_3 = 15,8% e relação Cr/Fe = 2,3.

CPRM

13.1 MAPA GEOLÓGICO DA MINA BÔA VISTA - SAÚDE - BAHIA

PARA SAÚDE

Pqf

0,3m N 5°W 75 E

0,3m N 7°W 75 E

NM

NV

20°

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA APROXIMADA - 1971

PROJETO CROMO

ESCALA 1:1000

0 10 20 30 40 m.

EQUIDISTÂNCIA DAS CURVAS DE NIVEL 2 METROS

DAVID C. HEDLUND
JOSÉ CARLOS GONÇALVES
MARÇO - 1971

LEGENDA

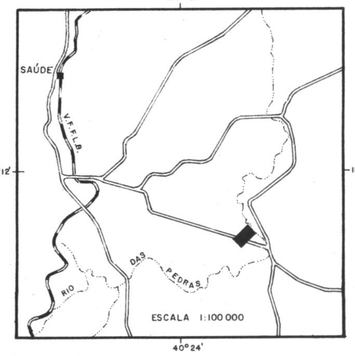
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- SERPENTINITO
- GNAISSE QUARTZO FELDSPÁTICO
- CONTATO GEOLÓGICO
- FALHA INFERIDA
- ATITUDE MEDIDA
- CAMADA DE CROMITITO COM ESPESSURA E ATITUDE (0,3 m N 5° W 75° E)
- LIMITE DA ZONA MAIS FAVORAVEL À PROSPECÇÃO DE CAMADAS DE CROMITITO (BASEADO EM OBSERVAÇÕES DE CAMPO E DADOS GEOFÍSICOS)

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NIVEL
- ESTRADA DE RODAGEM
- ESTRADA CARROÇAVEL
- CAMINHO
- RIACHO INTERMITENTE
- LIMITE DE ESCAVAÇÃO
- TRINCHEIRA
- ESTRADA DE FERRO

MAPA DE LOÇALIZAÇÃO



DESENHO DE ZÓZIMA FONSECA

possui uma largura média de 15 metros. Seus limites foram determinados por perfis magnetométricos e observações de campo.

Na Fazenda Passagem, uma outra pequena lente de direção N60°E, apresenta as mesmas características geológicas, apenas, segundo Souza (1942) a granulação do cromitito é mais fina do que aquela observada na Mina Boa Vista.

Ao norte, acima da Folha de Andorinha, no Município de Uauá, depósitos de cromita foram recentemente descobertos, estando sendo pesquisados pela Ferbasa. Muito provavelmente estas ocorrências estão localizadas no prolongamento das faixas de rochas ultramáficas mapeadas na Quadrícula de Euclides da Cunha.

14. ECONOMIA MINERAL

14.1 Mercado Internacional

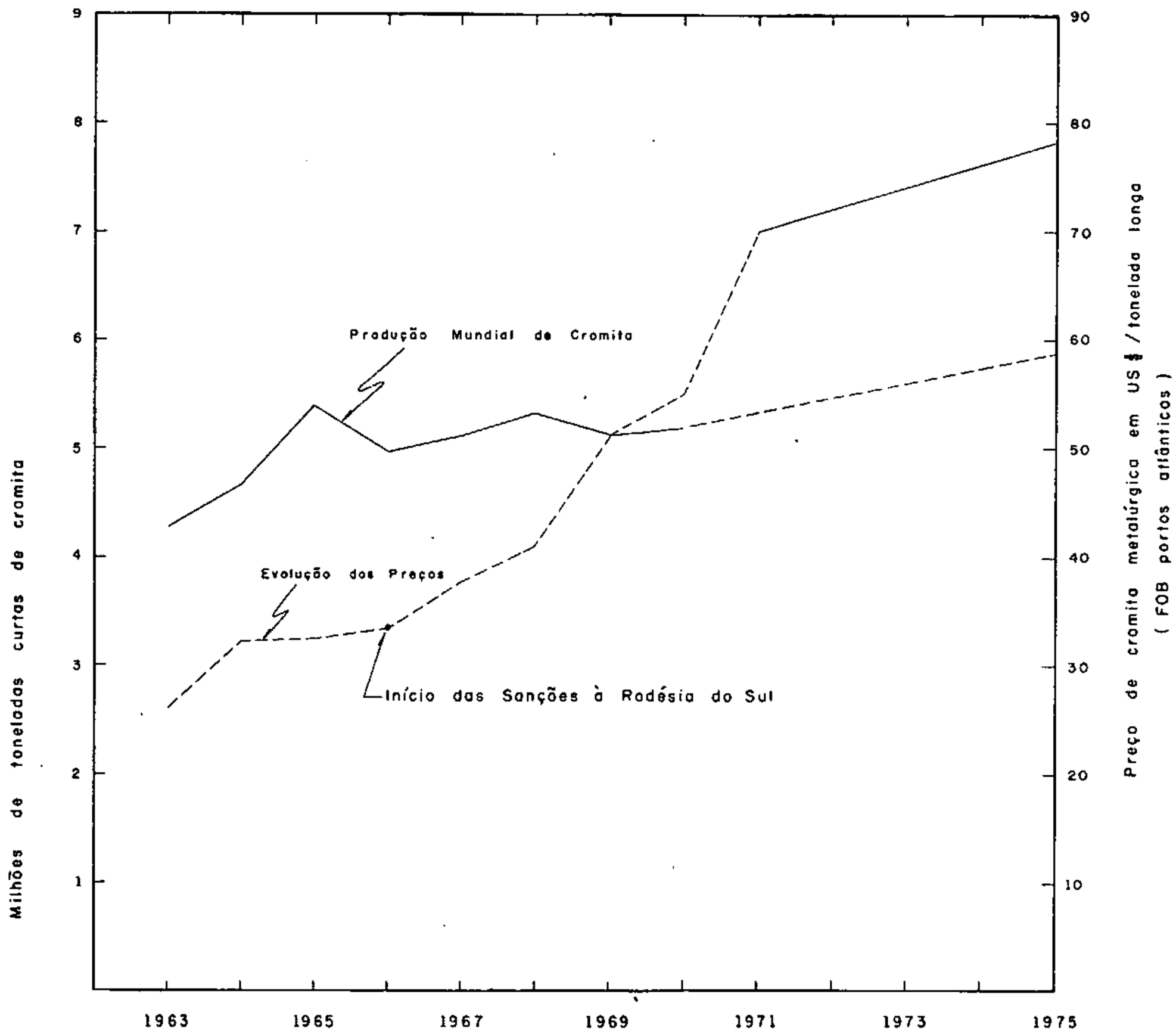
A importância do cromo na indústria siderúrgica moderna confere a este elemento um elevado valor estratégico para os países industrializados. Exceto a União Soviética, estes países não possuem reservas naturais de minério de cromo suficientes para seus consumos, sofrendo desta forma o mercado de cromita influências de natureza política.

As reservas atualmente conhecidas no mundo são capazes de abastecer o mercado até o ano 2000. A União Soviética, embora não se conheça estatísticas precisas a respeito, constitui-se no maior produtor de minério de cromo. Outros países produtores são a África do Sul, Rodésia do Sul, Turquia, Filipinas, Albânia e Irã.

Desde o início de 1967, com as sanções impostas pela ONU à Rodésia e apoiadas pelos Estados Unidos, as importações americanas daquele pais africano foram suspensas, obrigando os consumidores dos EUA a procurarem a matéria prima em outras fontes. Em consequência, os demais produtores passaram a manobrar melhor os seus preços, comportando-se o mercado em alta desde aquela época.

Uma idéia da elevação dos preços do minério de cromo é dada comparando-se os mesmos nos anos de 1967 e 1971 (ver também Figura 14.1):

FIGURA 14.1 QUADRO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE CROMITA E PREÇOS DO MINÉRIO METALÚRGICO



Fontes: Mineral Yearbooks
Min. Facts And Problems
Eng. Mining Journal

Desenho:

Produtor	Cr_2O_3 %	Razão Cr/Fe	Preço tonelada longa (US$) 1967	1971
URSS	54,56	4:1	36,50 - 40,00*	51,50 - 55,00**
Turquia	48	3:1	34,50 - 35,50*	55,00 - 56,00*
África do Sul	44	-	19,00 - 21,50*	25,00 - 27,00*
Rodésia	58,50	3:1	31,00 - 35,00*	-

* Preços fob portos atlânticos

** Preços fob portos russos

Fontes: Minerals Yearbook - 1965
Eng. Mining Journal - Mar. 72

Antes do boicote da ONU, cerca de 1/3 da cromita importada pelos Estados Unidos eram provenientes da Rodésia. As reservas dos EUA estão praticamente esgotadas, a exemplo da sua mais conhecida mina explorada no complexo estratificado de Stillwater. Toda a tecnologia industrial norte-americana foi desenvolvida em função do minério de alto teor, com relação Cr/Fe em torno de 4.

Nestes últimos anos não houve mudanças sensíveis na produção dos principais países produtores de cromita, como é mostrado abaixo:

	1965	1966	1967	1968	1969	1970
URSS*	1.565	1.653	1.731	1.820	1.874	2.200
África do Sul	1.038	1.169	1.267	1.271	1.198	1.225
Filipinas	611	617	463	446	518	499
Turquia	625	583	678	459	492	454
Albânia	342	345	360	360	360	-
Rodésia	645	-	-	-	-	-
Total mundial	5.348	4.974	5.111	5.330	5.113	5.171

(Produção em milhares de toneladas curtas)

* Estimada

Embora não se tenha dados disponíveis sobre a Rodésia a partir de 1966, este país deve ter mantido a sua produção vendendo para a Rússia e, possivelmente, para a China Comunista.

A liberação das importações da Rodésia pelos Estados Unidos estava prevista para o início de 1972, porém até agora nada de concreto se verificou. Assim, os principais consumidores norte-americanos, que também são grandes mineradores na Rodésia, estão a importar minério russo, cuja similaridade com o rodesiano, às vezes, é tão grande que deixa dúvidas quanto a sua origem.

A URSS exportou para os EUA no ano passado, cerca de 500.000 toneladas de cromita metalúrgica, fornecendo desta maneira aproximadamente 30% do minério consumido. O minério foi negociado a US$51-55,00 por tonelada métrica, fob porto russo-minério maciço, 48% de Cr_2O_3, razão Cr/Fe igual a 4 (especificações mínimas). Por sua vez, o minério turco - 48% de Cr_2O_3, razão Cr/Fe igual a 3:1, que também supre a indústria americana, teve os seus preços aumentados para US$ 48,00 por tonelada longa, sendo o concentrado com as mesmas especificações (maior parte), cotado a US$ 40,25 por tonelada longa fob portos turcos; considerando-se as bases anteriores de negócio, fob portos atlânticos, o preço do minério turco atinge US$ 55-56,00 por tonelada longa.

A África do Sul produz principalmente minério de grau químico, sendo o maior produtor mundial. O avanço tecnológico tem possibilitado o aproveitamento deste minério como refratário, tendo sido seus preços menos sujeitos a influências do mercado.

A República das Filipinas é a tradicional fonte de cromita para refratários dos Estados Unidos. O minério típico contém 34% de Cr_2O_3, com 30% de Al_2O_3, 11,5% de ferro e 5% de SiO_2.

O minério do Irã é compacto e de alto grau metalúrgico, sendo exportado principalmente para o Japão e a Europa. A sua perspectiva quanto à produção e exportação é excelente, tendo em vista o seu porto no Golfo Pérsico.

Durante o ano de 1971 o mercado internacional de aço mostrou-se muito enfraquecido, com a demanda inferior à do ano anterior. Ainda assim, os EUA importaram uma quantidade maior de minério de cromo do que em 1970, tendo, em consequência do baixo consumo, aumentado seus estoques.

Os preços das ligas de ferrocromo permaneceram relativamente estáveis, apesar do aumento verificado nos custos de produção, inclusive àqueles referentes aos investimentos em equipamentos de controle anti-poluição. A baixa demanda, por outro lado, forçou a redução dos preços de alguns produtos. Inicialmente, o mercado norte-americano foi o que mais se ressentiu, seguindo-se logo após a Europa e o Japão, onde a crise não tardou a chegar.

As ligas convencionais de ferrocromo apresentavam os seguintes preços em meados de 1972:

Ferrocromo Alto Carbono (67-70% Cr) ..... 26,7 cents/lb
Ferrocromo Baixo Carbono (67-73% Cr, 0,025% C) .....
39,5 cents/lb
Ferrocromo Baixo Carbono (67-73% Cr, 0,05% C) .....
38,0 cents/lb

Preços fob porto de embarque

O futuro do cromo no mercado internacional depende, indubitavelmente, do comportamento do mercado do aço. Uma melhora nos preços das ligas é esperada para compensar os crescentes custos. Quanto ao mercado de minério, supõe-se que no caso de abolida as sanções à Rodésia, os preços poderão vir a baixar ou pelo menos estabilizar.

14.2 Mercado Nacional

A presença do Brasil no mercado internacional de minério de cromo é praticamente insignificante. Embora venha aumentando consideravelmente a sua produção, estimada em 50.000 toneladas métricas em 1971, tal cifra comparada à produção mundial ou mesmo com as dos grandes produtores, não permite um lugar de destaque. A produção brasileira dos últimos anos é mostrada a seguir:

	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Brasil	18,7	16,5	16,5	18,8	18,0	32,1

(Produção em milhares de toneladas curtas)

O minério de cromo produzido no país é quase totalmente extraído das minas de Campo Formoso, sendo que 85 por cento é do tipo metalúrgico-40 a 48% de Cr_2O_3, razão

Cr/Fe em torno de 2,5. Os restantes 15 por cento são em sua maior parte de grau químico - teor médio de 40% de Cr_2O_3, relação Cr/Fe bem mais baixa que 2,5, sendo o concentrado de menor teor (26 a 34% de Cr_2O_3) considerado como refratário.

Com referência a outros estados, sabe-se apenas que Minas Gerais apresentou em 1967, uma produção aproximada de 170 toneladas métricas de minério de cromo com o teor variando de 45 a 50 por cento de Cr_2O_3. O Estado de Goiás no mesmo ano, produziu cerca de 1200 toneladas, representando 8 por cento da produção brasileira naquele ano. O minério enquadra-se no tipo refratário, com teor variando de 33 a 48 por cento de Cr_2O_3. O estado atual da lavra e dados de produção mais recentes não foram encontrados.

Detentora de reservas em Campo Formoso, a Bayer do Brasil Indústrias Químicas S/A consome todo o minério químico por ela produzido, negociando o metalúrgico com a Ferbasa em troca do minério químico. Sua produção em 1971 atingiu 1.600 toneladas deste minério, extraindo ainda cerca de 2.700 toneladas de minério de grau metalúrgico. Existem planos de expansão com vistas a ampliar inclusive, o mercado externo de sais de cromo.

A Cia de Ferro-ligas da Bahia S/A - FERBASA, principal produtora de cromita no Brasil, consome o minério metalúrgico em suas próprias fundições localizadas no Município de Pojuca. Possuidora das principais reservas, assinou um recente contrato com um consórcio japonês prevendo um fornecimento a longo prazo de cromita metalúrgica e ligas de ferrocromo. Segundo o acordo, haverá uma expansão da capacidade de mineração e em 3 anos, a partir

de abril de 1971, a Ferbasa produziria 170.000 toneladas, estando ao fim deste período capacitada a produzir 100.000 toneladas anuais. Metade da produção seria exportada para o Japão e o restante processado na sua usina. Esta teria inicialmente duplicada sua capacidade de fundição, prevendo-se aumentos posteriores. A Ferbasa, em 1970, produziu 5.800 toneladas de ferrocromo de alto carbono.

Caso não venha a haver modificações substanciais no plano previsto, o Brasil passará não só a ser autosuficiente em minério de cromo, mas também em ligas de ferrocromo e, possivelmente, poderá exportar para outros países, levando-se em conta que com a expansão suposta, ainda nesta década, o Brasil atingirá a produção de 200.000 toneladas anuais de minério.

Entretanto, tais projeções estão condicionadas ao comportamento do mercado siderurgico internacional, especialmente à solução da atual crise. O próprio avanço industrial brasileiro, contudo, exige uma ampliação em relação ao estágio presente.

Segundo o Bureau de Estatística da Bahia, as exportações de ferrocromo em 1970 e no 1º semestre de 1971 foram as seguintes:

Período	Exportação	US$	US$/tonelada
1970	2.305	456.735,00	200,00
1971*	1.789	410.139,00	229,25

(Em toneladas métricas)

*Primeiro semestre

Segundo o Bureau of Mines, o Brasil importou e exportou as seguintes quantidades de cromita:

Período	Importação	País de Origem	Exportação	País de destino
1966	2.037	E.U.A.	50	Peru
1967	6.193	Filipinas	45	Argentina
1968	7.181	Filipinas	55	Argentina

(Em toneladas métricas)

Uma referência sobre as dificuldades encontradas para se obter dados estatísticos sobre consumo, produção e mercado de cromo no Brasil faz-se necessária. Tratando-se de um elemento estratégico de tal valor, urge que tal deficiência seja sanada, a fim de que um programa possa ser elaborado no futuro com objetivos bem definidos.

15. CONCLUSÕES

Evidências geológicas levantadas pelo mapeamento regional realizado na escala 1:50.000, mostram ser as rochas metaultramáficas de Campo Formoso anteriores à deposição dos sedimentos clásticos que deram origem ao Grupo Jacobina. Estes metassedimentos, cerca de 8000 metros de quartzitos e filitos, estão dobrados num anticlinal de direção N40°E e mergulho de 35 a 45° para N40°E, na área mapeada.

A presença de xenólitos de quartzito verde nos granitos de Carnaíba e de Campo Formoso confirma a maior antiguidade do Grupo Jacobina em relação a estas rochas.

O levantamento da faixa metaultramáfica a partir de fotografias aéreas permitiu evidenciar o prolongamento desta faixa além da Cidade de Campo Formoso. O mapeamento realizado na escala de detalhe separou as rochas ultramáficas das encaixantes, a partir de observações de campo e de dados fornecidos pelo levantamento magnetométrico, mapeou a continuidade dos corpos de cromita, permitindo, através da plani-altimetria realizada, um planejamento mais definido de prospecção dos cromititos ao longo de toda a faixa metaultramáfica, como também, um controle melhor das lavras a céu aberto.

As texturas de acumulação e acamadamento dos depósitos de cromita de Campo Formoso definem os serpentinitos da faixa metaultramáfica como sendo originalmente parte de um complexo estratiforme ou acamadado. Isto implica que a faixa não é uma simples fatia tectônica introduzida ao longo de um contato de empurrão, porém foi magmaticamente introduzida através dos gnaisses subjacentes. Thayer afirma que, por analogia com os complexos de Stillwater e Bushveld, os serpen-

tinitos cromitíferos são apenas a parte inferior de um complexo que teria vários milhares de metros de espessura. A intensidade da erosão, os falhamentos e o metamorfismo afetaram o complexo numa intensidade tal que apenas restos isolados do complexo ultramáfico original são encontrados ao longo da margem oeste da Serra de Jacobina.

A aplicação do método magnetométrico forneceu informações que auxiliaram no mapeamento da faixa metaultramáfica. Entretanto, no caso específico da prospecção de camadas de cromita, mineral relativamente magnético, os resultados obtidos foram mascarados pela presença de grande quantidade de magnetita, mineral fortemente magnético, que ocorre disseminada no solo, distribuida irregularmente na ultramáfica e preenchendo zonas de falhamentos e fraturamentos, dificultando a interpretação das anomalias detectadas.

A prospecção geoquímica de aluvião para cromo, na área de Campo Formoso, é impraticável em virtude da existência de depósitos superficiais na meia encosta da Serra de Jacobina. Uma prospecção foi desenvolvida na área norte-nordeste daquela cidade, tendo sido localizada na bacia do Riacho Campo Salgado uma área de anomalia promissora.

Os furos realizados pela CPRM possibilitaram um cálculo parcial das reservas medida, indicada e inferida para a Mina de Coitizeiros, obtendo-se valores da ordem de 1.200.000, 1.700.000 e 8.500.000 toneladas métricas de minério de cromo maciço, respectivamente. É importante lembrar que os cálculos das reservas medida e indicada são limitados às áreas de influência consideradas e não representam o total das reservas da mina, não tendo sido calculado o minério friável.

Para todo o distrito estimou-se uma reserva indicada de 35.800.000 toneladas métricas de minério de cromo, sendo que 30.700.000 toneladas métricas são de minério compacto de grau metalúrgico. Entretanto, tais reservas foram calculadas a partir dos mapas geológicos das minas, onde as camadas de cromitito podem ser medidas e suas continuidades extrapoladas, sendo lícito supor que a quantidade total de cromita existente venha a ser várias vezes aquela atualmente avaliada, desde que seja intensificada a prospecção nas áreas totalmente desconhecidas desta faixa metaultramáfica.

A vida do distrito foi calculada em 150 anos, supondo-se que apenas 25% da reserva estimada seja economicamente explorável e admitindo-se uma extração anual de 60.000 toneladas métricas. Mais do que qualquer cálculo de reservas, os problemas de mineração da cromita influenciarão a vida deste distrito cromitífero.

Suposições podem ser feitas quanto ao prolongamento das rochas ultramáficas por baixo da Serra de Jacobina e possíveis relacionamentos com as ocorrências de ultramáficas localizadas a leste desta serra. Entretanto, quando o próprio estudo do prolongamento da faixa de rochas metaultramáficas para norte e nordeste de Campo Formoso se encontra numa fase preliminar, estas suposições careceriam de finalidade dentro de um relatório específico de geologia econômica.

16. RECOMENDAÇÕES

O estudo geológico de um distrito mineiro envolve várias etapas e objetivos. Com a entrega deste relatório está concluida mais uma fase de trabalho, justamente aquela que provê o distrito cromitífero de Campo Formoso de mapas geológicos regionais e de detalhe, que possibilitam não só uma visão mais real do seu potencial, como também, novos dados que permitem uma orientação mais segura da prospecção e lavra.

Uma etapa posterior envolveria uma pesquisa orientada no sentido de prospectar outros minerais potencialmente prováveis no distrito e, o próprio aperfeiçoamento do método a empregar na busca de novos corpos mineralizados, além da pesquisa nas vizinhanças do distrito, a procura de outras zonas favoráveis.

Uma outra etapa, provavelmente a última, seria aquela em que, com o mapeamento geológico de toda a região concluído, poder-se-ia emitir uma hipótese em bases bem elaboradas, sobre as diversas mineralizações dispersas no contexto regional.

A hipótese atualmente aceita de que os serpentinitos cromitíferos constituem a parte inferior de um complexo que possuiu originalmente vários milhares de metros de espessura, torna bastante improvável a suposição de que apenas minério de cromo possa ter-se formado. Na realidade, Thayer chega mesmo a afirmar que se o contato inferior for intrusivo e caso não tenha sido muito falhado, ele seria um local de mineralização de sulfêtos. Os dois furos inclinados realizados pela CPRM próximos ao contato da metaultramáfica com o granito, revelaram uma zona com aproximadamente 40 metros de es-

pessura, com sulfêtos disseminados. Apesar dos teores para cobre terem sido bastante baixos, estes furos realizados no final do projeto são insuficientes para esboçar qualquer idéia sobre as possibilidades de cobre nesta metaultramáfica.

Análises para níquel revelaram teores de até 1,5 por cento nas argilas garnieríticas, dados que por si só recomendam uma pesquisa específica visando quantificar e qualificar o minério disponível.

As dificuldades encontradas para a realização de análises para platina, impediram um estudo sobre este metal nas ultramáficas de Campo Formoso. Entretanto, é bastante conhecida a associação deste tipo de depósito de cromita com metais platinóides, os quais localizam-se nas porções basais de camadas inferiores de cada macro-unidade rítmica. Furos de sondagem mais profundos do que os realizados pela CPRM, tornam-se necessários a fim de se conhecer quantas macro-unidades ou grupos de camadas estão presentes neste complexo.

A elaboração de uma estratigrafia para a metaultramáfica de Campo Formoso é de extrema importância. Os furos realizados até agora permitiram apenas um esboço de uma sequência generalizada de rochas que ocorrem a partir da profundidade de cerca de 230 metros até a superfície. A definição de uma estratigrafia detalhada para este complexo estratiforme permitiria não só um estudo da existência de sulfetos pesados ou metais platinóides, como também, identificar a partir do nível de erosão, a posição das rochas aflorantes dentro do complexo.

O simples levantamento de uma área promissora para cromo, em rochas metaultramáficas que possuiram a mesma posição geo-

lógico-estrutural daquelas existentes em Campo Formoso, na parte norte-nordeste daquela cidade, justifica a continuação dos trabalhos de prospecção para cromo nesta área.

A existência de corpos serpentiníticos portadores de cromita na parte leste da Serra de Jacobina, como também, o próprio levantamento gravimétrico realizado por técnicos do DNPM, definindo uma anomalia ao sul da Serra de Cantagalo que coincide parcialmente com uma zona onde ocorrem lentes ultramáficas encaixadas no embasamento, merecem uma definição econômica. W. R. Dempsey e, mais recentemente, D. B. Hoover sugeriram para a região da Serra de Jacobina um levantamento combinado de aeromagnetometria e espectrometria de raios-γ, numa área de aproximadamente 100 quilômetros de comprimento por 40 quilômetros de largura. Segundo Hoover, seria de se esperar que este levantamento revelasse a extensão das rochas ultramáficas, mesmo nos lugares onde estas rochas estivessem encobertas pela capa de quartzitos.

O garimpo de esmeraldas de Carnaíba, por sua posição geográfica dentro da área de atuação do projeto, merece ser lembrado. Devido ao volume de pedras extraídas deste garimpo, a maior parte sendo negociada para o exterior, contribuindo assim na pauta de exportação, torna-se necessário um apoio técnico sob a forma de uma orientação para o desenvolvimento de uma lavra mais racional, ou mesmo através de medidas que fortalecessem a cooperativa dos garimpeiros. Essas medidas certamente permitiriam uma maior longevidade para o garimpo e uma melhor produção nos próximos anos.

17. ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

CPRM

Foto 1- Minas de Pedrinhas e Campinhos situadas na base da escarpa da Serra de Jacobina

Foto 2 - Lavra a céu aberto realizada pela Ferbasa na Mina de Pedrinhas

CPRM

Foto 3 - Lavra do minério friável na Mina de Pedrinhas

Foto 4 - Lavra de cromitito maciço na Mina de Pedrinhas

CPRM

Foto 5 - Usina concentradora de cromita da Mina de Pedrinhas

Foto 6 - Transporte do minério friável concentrado na Mina de Pedrinhas

CPRM

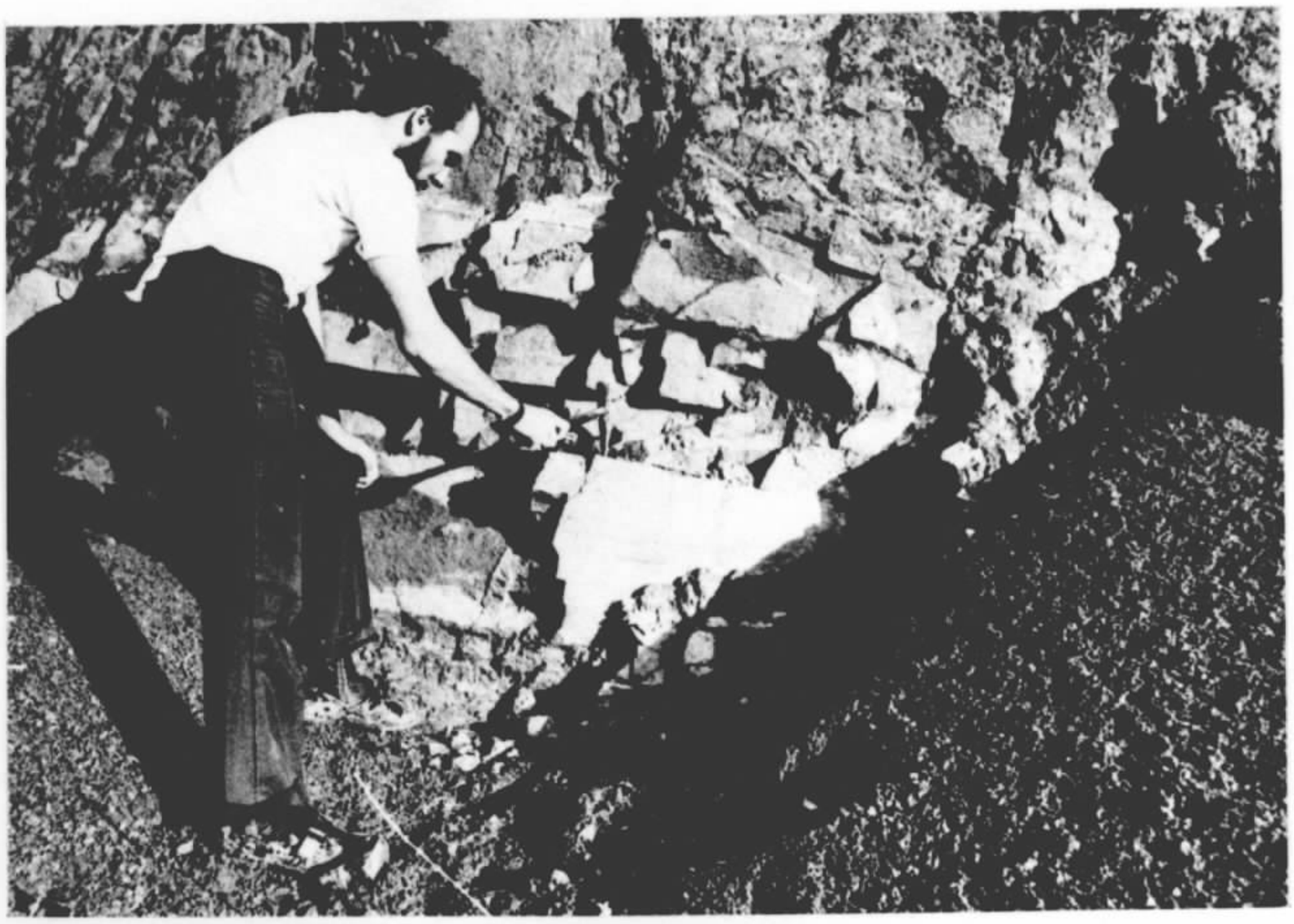


Foto 7 - Camada de cromitito maciço da Mina de Pedrinhas

Foto 8 - Minério de cromita finamente estratificado (conhecido por minério fitado) passando gradativamente para cromitito maciço

NE 7530.0210

CPRM

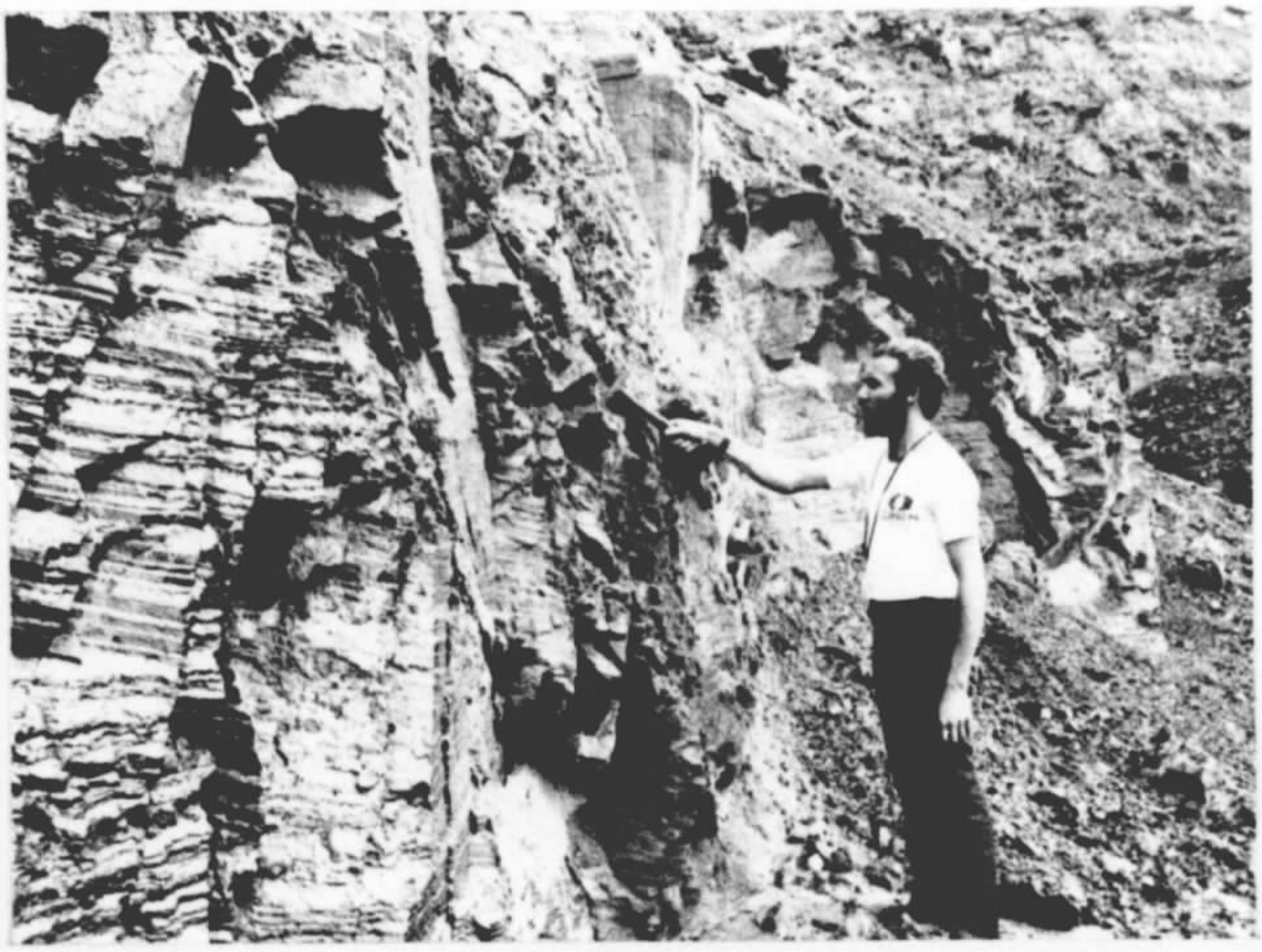


Foto 9 - Minério de cromita finamente estratificado da Mina de Campinhos

Foto 10 - Zona de intenso falhamento na Mina de Campinhos

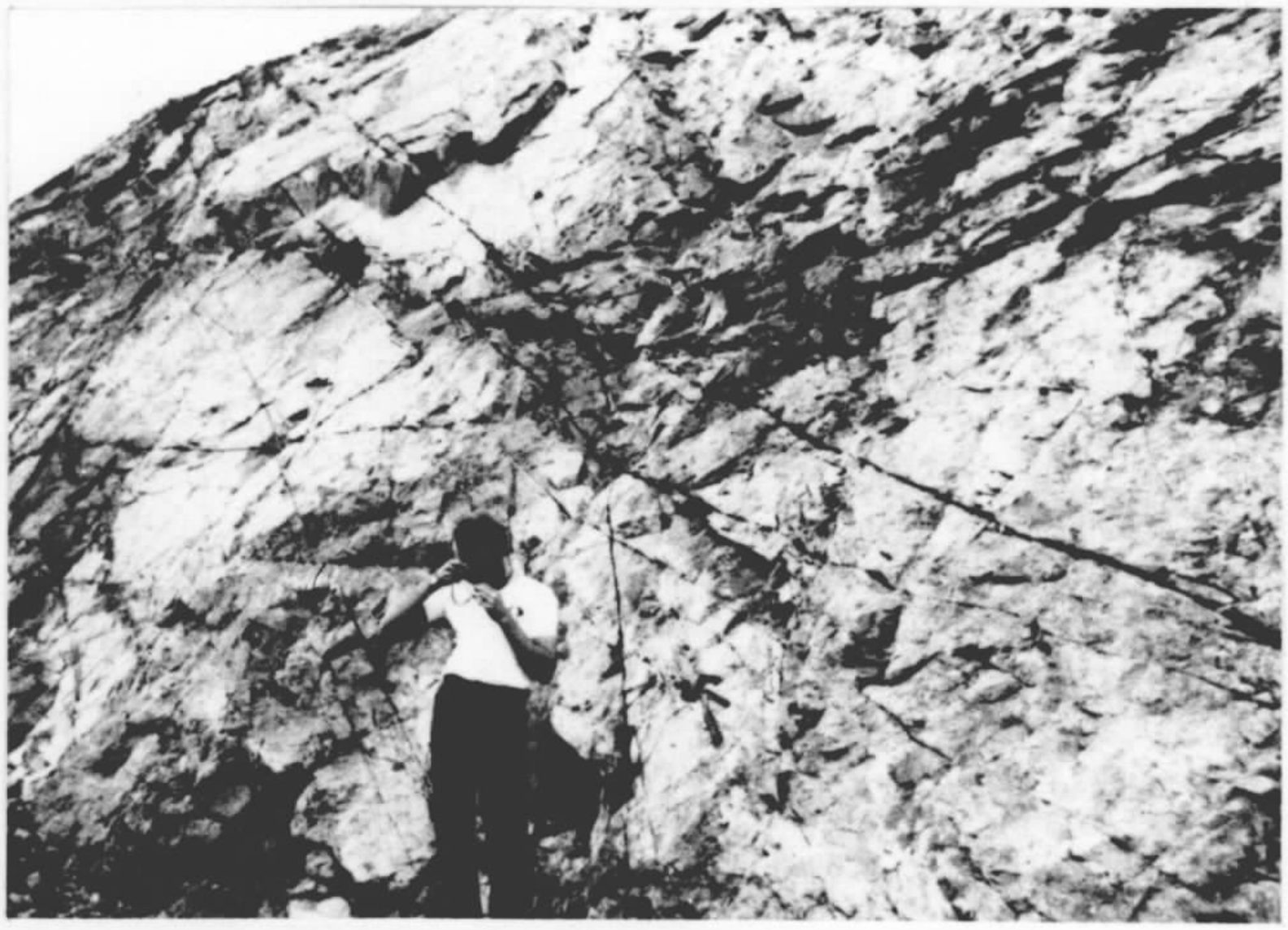


Foto 11 - Clorita - serpentina - talco xisto fraturado, com foliação paralela ao acamadamento do cromitito - Mina de Cascabulhos

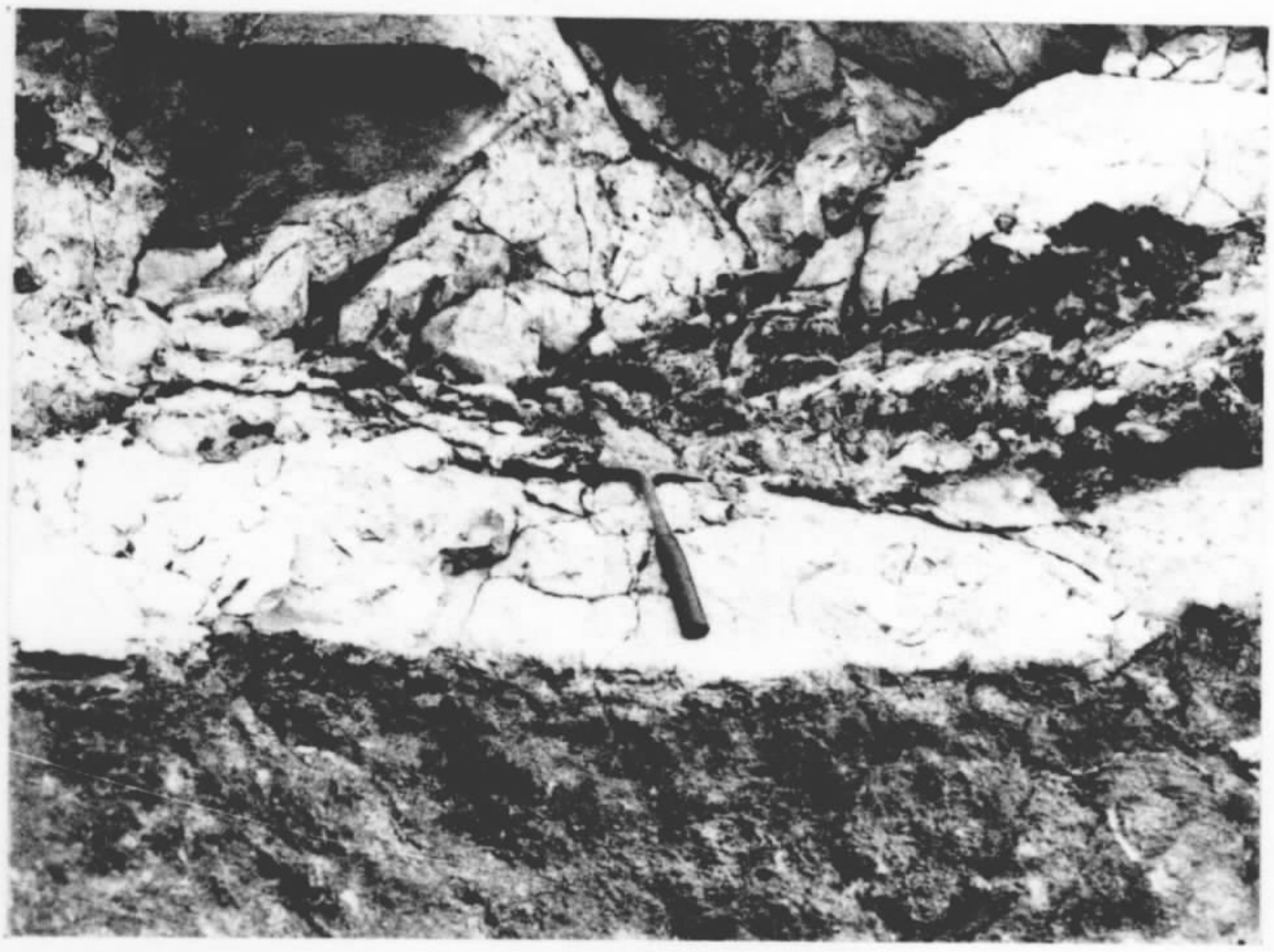


Foto 12 - Falhamentos comuns na Mina de Cascabulhos com preenchimento de talco

CPRM

Foto 13 - Camadas de cromitito com espessuras relativamente pequenas na área do Filão 16

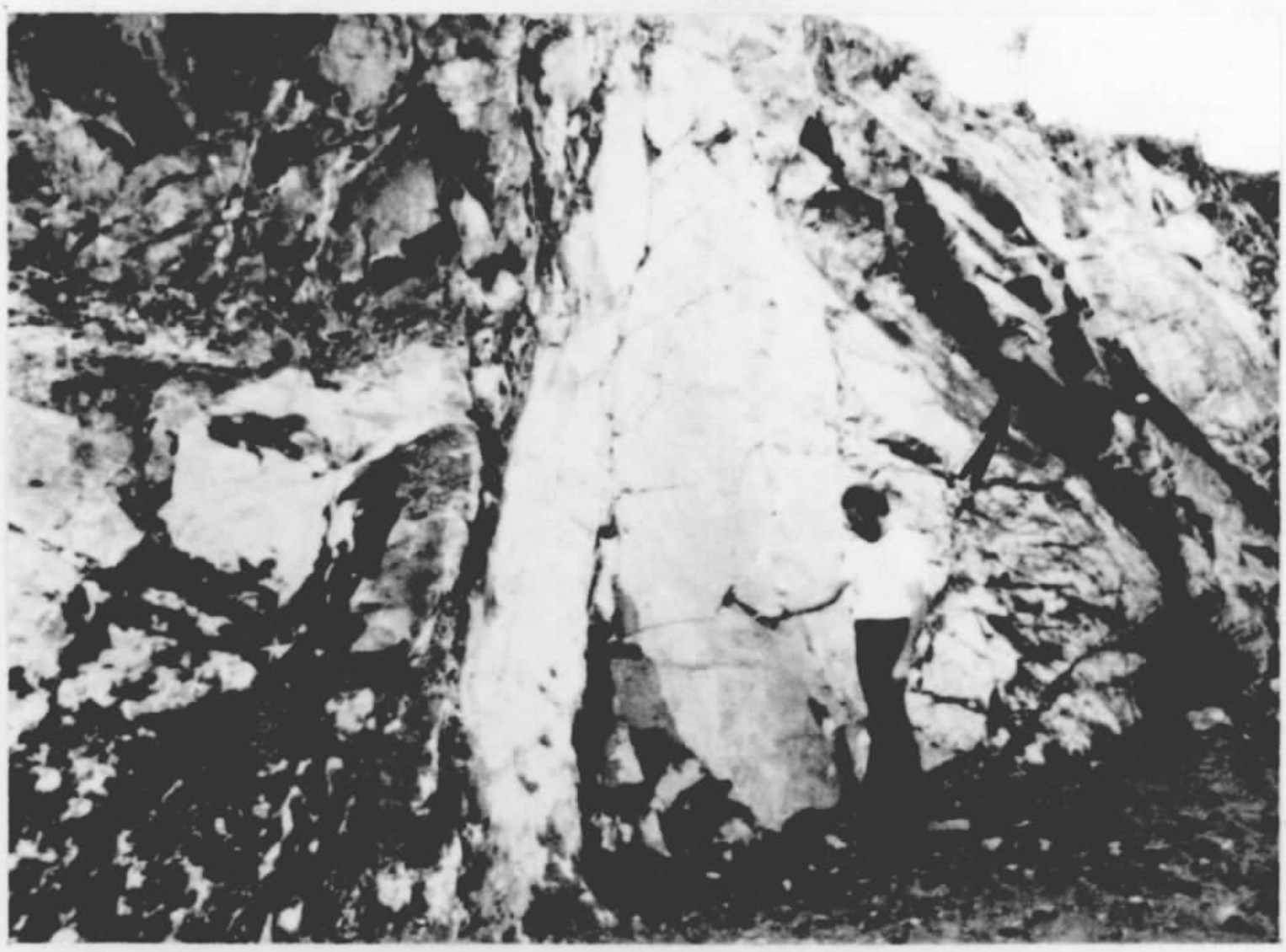


Foto 14 - Camada de cromitito de bôa qualidade lavrada na área do Filão 39

CPRM

Foto 15 - Lavra a céu aberto realizada pela Comisa na Mina de Coitizeiros A

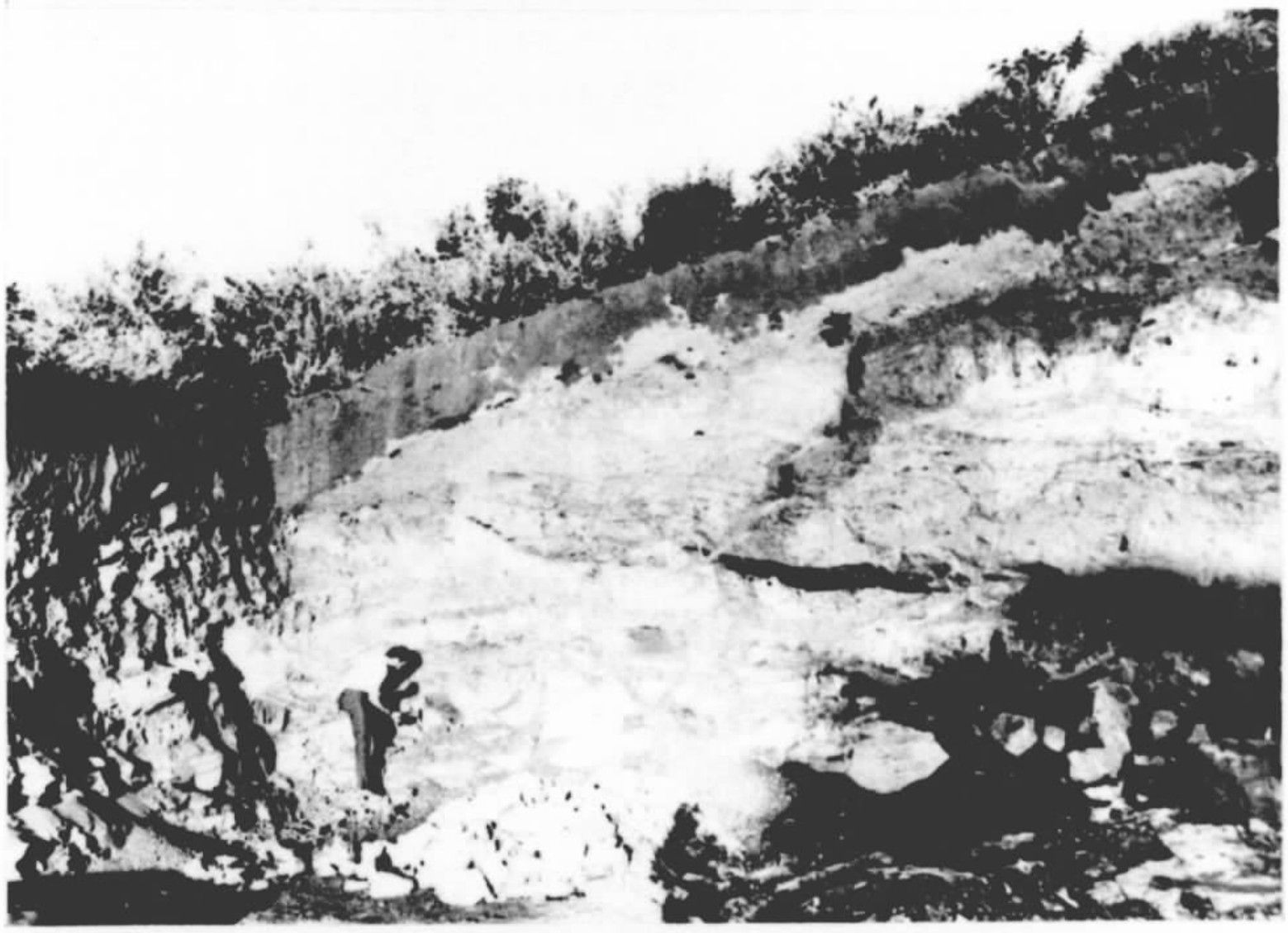


Foto 16 - Escavação da Mina de Coitizeiros D

CPRM

Foto 17 - Serpentinito intensamente fraturado da Mina de Coitizeiros

Foto 18 - Aspecto de zona de desmoronamento na área da Mina de Coitizeiros

CPRM

Foto 19 - Aspecto da lavra manual da Mina de Coitizeiros

Foto 20 -

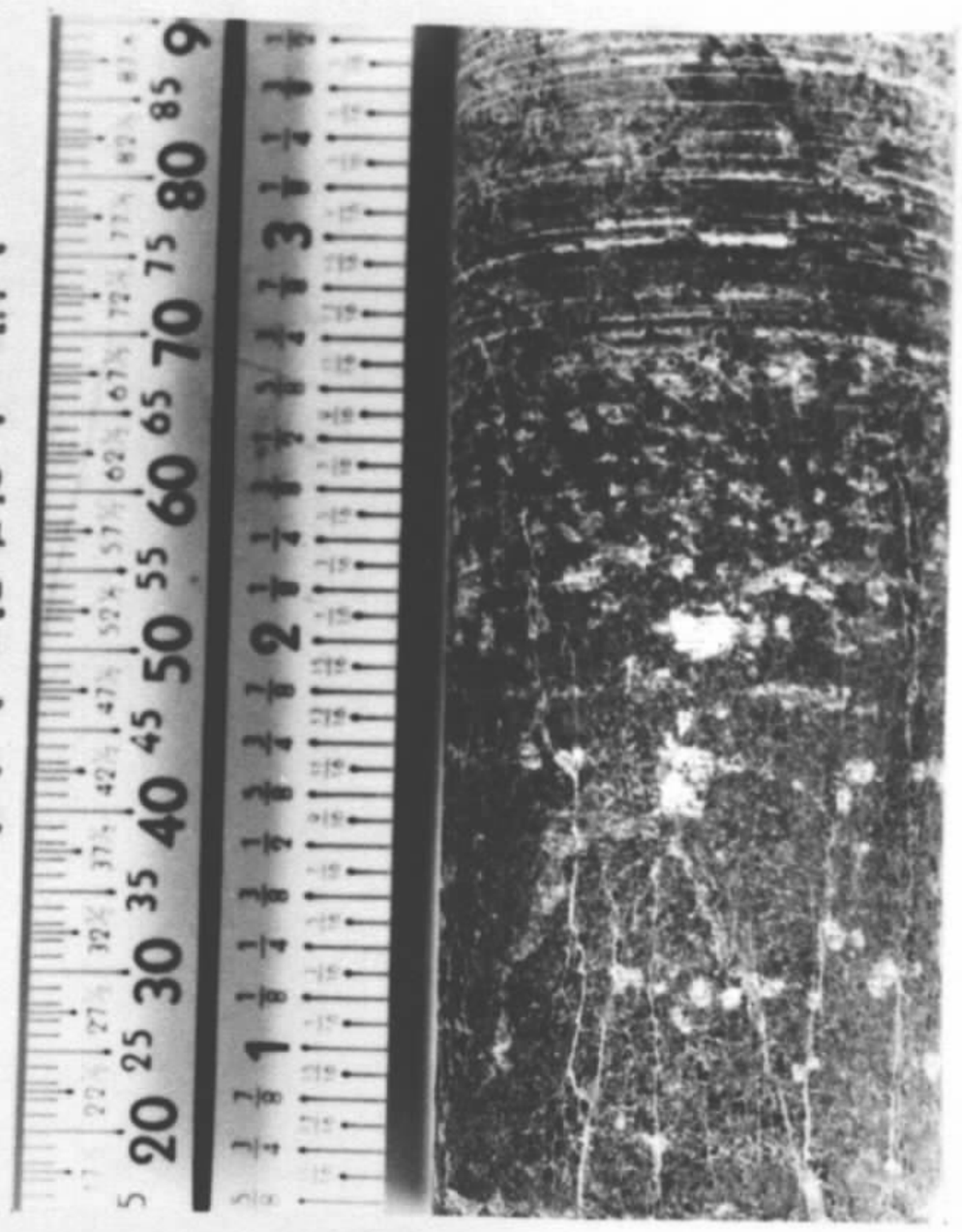
Sondagem realizada pela C.P.R.M. no distrito cromitífero de Campo Formoso

Foto 21 -

Serpentinito cromitífero com textura oclusa

Foto 22 -

Serpentinito cromitífero com textura em rêde, passando gradativamente para cromitito maciço com grumos de talco. Observam-se finas fraturas preenchidas com magnetita e, ou Kammererita



18. BIBLIOGRAFIA

AB'SABER A.N. - "O relevo brasileiro e seus problemas". In: Brasil a Terra e o Homem. São Paulo, Ed. Nacional, v. 1, p. 135-217, 1964.

ALMEIDA, F.F.M. de - "Os fundamentos geológicos". In: Brasil a Terra e o Homem. São Paulo, Ed. Nacional, v. 1, p. 55-120, 1964.

ANDRADE, Fausto S. de - Plano de bom aproveitamento da jazida Coitizeiros. Brasil. Depto. Nac. da Prod. Min., Relat. Inéd./s. ident/, Salvador, 1960.

- Relatório anual de lavra referente ao ano de 1971 da Mina Coitizeiros. Comisa, Relat. Inéd., Salvador, 1969.

ASRARULLAH - "Geology of chromite in West Pakistan". In: SYMPOSIUM ON CHROME ORE, Ankara, Turkey, CENTO, BOL.ESP. p. 38-53, 1960.

BETEJTIN, A. - Curso de Mineralogia. Moscou, 3a. ed. Editorial Paz, ano não indicado.

BUREAU DE ESTATÍSTICA DA BAHIA - Anuário Econômico da Bahia. Exportações do Nordeste, Salvador, Ba. 11a. ed., Natal de 1971.

CAMERON, E.N. & EMERSON, M.E. - The Origin of certain chromite deposits of the eastern of the Bushveld complex. Economic Geology, E.U.A., 54 (7): 1152-1213, 1959.

CARVALHO Fº, J.C. - "Mercado de ferro-ligas no Brasil". In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOC. BRAS. DE METAIS, 21, Salvador, Ba., 1966.

DANA, JAMES - Manual de Mineralogia. Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico. v. 1 e 2, 1969.

DEMPSEY, W.J. - Comments on geophysical aspects of Bahia Project. Memorando para o USGS. Brasil, 1968.

EXAME - Editora Abril, Rio de Janeiro, nº 51, setembro - 1971.

EUA. American Embassy - Industrial outlook reports, Minerals Brazil 1970. Rio de Janeiro, 1971.

FERBASA - Exposição de motivos sobre a possibilidade da cromita em Campo Formoso. Salvador, Relat. Inéd., 1968.

GOIFMAN, José - Matérias primas para a expansão da indústria siderúrgica. Rio de Janeiro, Brasil, DNPM, Sec. Econ. Relat. Inéd./s. ident./, 1971.

GRIFFON, J.C. - "Dados estratigráficos e estruturais da Serra de Jacobina entre Jacobina e Pindobaçu (NW da Bahia)". In: Relatório para a Sudene. Escola de Geologia da U.F.Ba., 1964.

- "A Tectônica da Serra de Jacobina ao norte do rio Itapicuru Mirim". In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 1. Soc. Bras. Geol. BOL.ESP., Maceió, AL, 1965.

GRIFFON, J.C. - "Tectônica da parte central da Serra de Jacobina". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 20, Vitória, ES. Soc. Bras. Geol., BOL.ESP.,/resumo/, 1966.

HAERI, Y. - "Geology of Iran's chromite deposits". In: SYMPOSIUM ON CHROME ORE, Ankara, Turkey, CENTO, BOL.ESP., p. 21-26, 1960.

HEDLUND, David C. et alii - The geology of stratiform chromitite at Campo Formoso, Bahia, and geologic setting of the enclosing metamorphosed ultramafic rocks. Relatório parcial do Projeto Cromo. DNPM-CPRM-USGS, Relat. Inéd., Salvador, 1971.

HEILAND, C.A. - Geophysical Exploration, N. York, Hafner Publ., 1963.

HOLLIDAY, R.W. - "Chromium". In: Mineral Facts and Problems. Washington (D.C.), U.S. Bureau of Mines, Bol. 630, 211-25, 1965.

HOOVER, D.B. & BOA HORA, M.P.P. - "Mapa gravimétrico regional preliminar da parte central da Serra de Jacobina, BA". In: CONG. BRAS. GEOL., 24, Brasilia, DF. Soc. Bras. Geol., BOL.ESP. nº 1, 86-7, 1970.

HOOVER, D.B. & MORAES, A.V. - "Prospecção magnética para cromita na região de Campo Formoso, BA". In: CONG. BRAS. GEOL., 24, Brasilia, DF. Soc. Bras. Geol., BOL.ESP. nº 1, 88-89,/resumo/,1970.

JACKSON, E.D. - "Primary features of stratiform chromitite deposits". In: DECD SEMINAR, Atenas, BOL.ESP., 111-134, 1963.

JOHNSTON JR, W.D. & SOUZA, H.C.A. de - Layered and banded chromite at Campo Formoso, Baía, Brasil. Economic Geology, Lancaster (Pa.), 38 (4): 287-97, 1943.

KEGEL, W. - A estrutura geológica da Serra de Jacobina. Rio de Janeiro, DNPM, Div. Geol. Min., Bol. 207, 1963.

LAMEY, Care A. - Mettalic and Industrial mineral deposits. New York, Mc Graw Hill, 1966.

LEO, G.W. et alii - Chromian muscovite from the Serra de Jacobina, Bahia, Brazil. AMER. MINER., Menasha (Wis.), 50(3-4): 392-402, 1965.

LEO, G.W. et alii - Geologia da parte sul da Serra de Jacobina, Bahia, Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, Div. Geol. Min., BOL. nº 209, 1964.

LEONARDOS, O.H. - Ocorrência de garnierita associada à cromita em Cascabulhos, município de Campo Formoso, Bahia. Rio de Janeiro, DNPM, Sec. Fom. Prod. Min., BOL. nº 9, parte 1: 57-61, 1935.

MASCARENHAS, Juracy de Freitas - "Estudo geológico da parte norte da Serra de Jacobina, BA". In: CONG. BRAS. GEOL., 24, Brasilia, DF. Soc. Bras. Geol., BOL.ESP. nº 1: 211-12,/resumo/, 1970.

MASCARENHAS, Juracy de Freitas - Estudo geológico da parte este de Campo Formoso, Ba. Salvador, Esc. de Geol. U.F.Ba., 1969.

MC TAGGERT, K.C. - On the origin of ultramaphic rocks. E.U.A., Geol. Soc. Amer., Bul. v. 82 (1): 23-42, 1971.

MELLO JR. J.L. - Mina de cromo de Cascabulhos. MIN. e MET. vol. 2: 108-10, 1937.

- Cromita do município de Campo Formoso, Estado da Bahia. Rio de Janeiro, DNPM, Relat. Inéd.,/S. ident./, 1949.

MORAES, Roberto A.V. de & HOOVER, D.B. - Levantamento magnético de superfície (componente vertical) em detalhe das minas Cascabulhos e Pedrinhas, Campo Formoso, BA. Rio de Janeiro, DNPM, Relat. Inéd./s. ident./, 1970.

MOREIRA, J.F.C. et alii - "Geologia do distrito cromitífero de Campo Formoso, BA". In: CONG. BRAS. GEOL., 25, São Paulo. Soc. Bras. Geol. BOL.ESP. nº 1: 47-8, 1971.

MORNING, JOHN L. - "Chromium". In: Minerals Yearbook. Washington (DC). U.S. Bureau of Mines, Bol I e II, 299-310, 1967.

NAGATA, T. - Rock-Magnetism. Tokio, Maruzen Co., 1961.

OLIVEIRA, A.I. - Depósitos de cromita do estado da Bahia. Rio de Janeiro, DNPM, Serv. Fom. Prod. Min., Avulso 12, 1936.

PAGE, N.J. et alii - "Lateral and vertical variation of platinum, palladium, and rhodium in the Stillwater complex, Montana". In: Annual Meeting, 24. Geol. Soc. Amer., Rocky Mtn. Sect., Calgary, Abst. v. 3 (6), 1971.

POESCHE, A. - Sobre geologia e formação da jazida de cromita de Campo Formoso, Bahia. ENG. MIN. MET., Rio de Janeiro, (262): 173-8, 1966.

ROMAGNOLI, E. - Chrome Ore. New York, ENG. MIN. JOUR., Mc Graw Hill, v. 173 (3): 116-37, Mar. 1972.

SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS - Mining Geophysics, v. 1 e 2. Menasha (Wisc.), George Banta Co., 1971.

THAYER, T.P. - "Mineralogy and geology of chromium". M.J. Udy, Am. Chemical Soc., Mon. 132, v. 1, 14-52, 1956.

- "Some critical differences between Alpine - type and stratiform peridotyte-gabro complexes". In: INT. GEOL. CONG., 21, Norde; pt. 13, 247-252, 1960.

- "Application of Geology in chromite exploration and mining". In: SYMPOSIUM ON CHROME ORE, Ankara, Turkey, CENTO, BOL.ESP. p. 197-223, 1960.

- Gravity differentiation and magmatic reemplacement of podiform chromite deposits. Economic Geology, Mon. 4, 132-46, 1969.

- Notes on the Geology and resources of some peridotites and related rocks in Brazil. Memo. report USGS/AID. Feb. 1970.

TOKAY, M. - "Investigations on chrome ore deposits made by the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey". In: SYMPOSIUM ON CHROME ORE, Ankara, Turkey. CENTO, BOL.ESP., p. 82-91, 1960.

THOMSON, A.G. - Chromium. London. Mining annual review, Min. Jour., p. 64-5, June 1971.

TRICART, J. & Cardoso da Silva, T. - Estudos de geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador, Imprensa Oficial da Bahia, 1968.

TRICART, J. et alii - Estudos de Geografia da Bahia. Salvador, Liv. Prog., 1958.

WAGER, L.R. & BROWN, G.M. - Layered Igneous Rocks. San Francisco (Cal.), W.H. Freeman, 1967.

WENDELL, C.A. & FERRAZ, Celso P. - Economic Evaluation of Campo Formoso chromite deposits, Bahia, Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, Relat. Inéd./s. ident./, 1970.

19. RELAÇÃO DOS MAPAS, FIGURAS E TABELAS

MAPAS

5.1 Mapa de Situação da Área do Projeto

5.2 Mapa de Localização da Área Mapeada na Escala 1:50.000

5.3 Mapa de Cobertura Aerofotogramétrica Correspondendo a Área Mapeada na Escala 1:10.000

5.4 Mapa de Localização das Áreas Mapeadas nas Escalas 1:1000 e 1:2000

7.1 Mapa Geológico Simplificado da Área 1/4 NW da Folha de Campo Formoso

10.1 Mapa de Amostragem Geoquímica de Sedimentos

12.1 Mapa Geológico da Mina de Limoeiro

12.2 Mapa de Localização das Áreas de Influência da Mina de Coitizeiro

13.1 Mapa Geológico da Mina Boa Vista - Saúde

FIGURAS

7.1 Secção Geológica Generalizada do Grupo Jacobina (Rio Itapicuru, Jacobina, Bahia)

7.2 Secção Geológica do Grupo Jacobina (Rio Água Branca, Campo Formoso, Bahia)

8.1 Curvas de Frequência mostrando (A) Distribuição do Tamanho dos Grãos de Cromita no Minério Friável Beneficiado e no Cromitito Desagregado e (B) Percentagens de Magnetita e Cromita-Magnetita em Relação ao Tamanho dos Grãos de Minério Friável Beneficiado e Grãos Oriundos de Camadas de Cromitito

8.2 Projeção Igual - Área (Hemisfério Inferior) Mostrando Atitudes de Camadas de Cromitito no Metaperidotito (94 camadas)

8.3 Secções Medidas Dentro das Minas (4-9) e Perfis de Sondagem (1-3)

8.4 Diagrama Mostrando a Variação do Teor de Elementos Menores Selecionados em Relação à Percentagem de Cr_2O_3 em Amostras de Cromitito, Serpentinito Cromitífero e Concentrado de Cromita

8.5 Diagrama de Variação Simples do Teor de SiO_2 em Relação ao Teor de Óxido em Várias Rochas Cromitíferas

10.1 Gráfico de Probabilidade para Cromo

10.2 Gráfico de Probabilidade para Níquel

10.3 Histogramas de Cromo e Níquel

12.1 Diagramas A e B Mostrando Padrões Erosionais de Camadas de Cromitito de Mergulho Moderado em Serpentinito Altamente Intemperizado

12.2 Bloco-Diagrama Mostrando os Elementos Utilizados no Cálculo das Reservas Medida e Indicada

12.3 Esquema da Usina Concentradora de Cromita

12.4 Diagrama Ternário Mostrando a Variação do Ferro, Cromo e Magnésio em 68 Análises Químicas de Minério Friável de Cromita Concentrada da Mina de Coitizeiros

14.1 Quadro da Produção Mundial de Cromita e Preços do Minério Metalúrgico

TABELAS

8.1 Amostragem de Superfície Realizada no Distrito Cromitífero de Campo Formoso - Bahia (Análise Espectrográfica Semiquantitativa)

8.2 Amostragem de Superfície Realizada no Distrito Cromitífero de Campo Formoso-Bahia (Análise Química e Cálculo Normativo)

8.3 Amostragem de Subsuperfície Realizada no Distrito Cromitífero de Campo Formoso-Bahia (Análise Espectrográfica Semiquantitativa)

8.4 Amostragem de Subsuperfície Realizada no Distrito Cromitífero de Campo Formoso-Bahia (Análise Química e Cálculo Normativo)

10.1 Amostragem Geoquímica de Sedimentos

11.1 Quadro de Sondagem

12.1 Memória do Cálculo das Reservas

12.2 Quadro Geral das Reservas.

20. RELAÇÃO DOS ANEXOS

Volume II

Anexo I	- Mapa Geológico da Área 1/4 NW da Folha de Campo Formoso Escala 1:50 000
Anexo II	- Mapa Geológico da Faixa Metaultramáfica de Campo Formoso Escala 1:10 000
Anexo III	- Mapa Geológico das Minas de Pedrinhas-Valérios Escala 1:1000
Anexo III.I	- Secções Geológicas das Minas de Pedrinhas-Valérios (Elaboradas a partir dos furos realizados pela Ferbasa e CPRM)
Anexo III.II	- Representação Gráfica dos Perfis de Sondagem das Minas de Pedrinhas-Valérios (Furos Realizados pela Ferbasa)
Anexo IV	- Mapa Geológico das Minas de Campinhos-Pedrinhas Escala 1:1000
Anexo IV.I	- Secções Geológicas das Minas de Campinhos-Pedrinhas (Elaboradas a partir dos furos realizados pela Ferbasa e CPRM)
Anexo V	- Mapa Geológico da Mina de Coitizeiros Escala 1:1000

Anexo V.I	- Secções Geológicas da Mina de Coitizeiros (Elaboradas a partir dos furos realizados pelo DNPM)
Anexo V.II	- Representação Gráfica dos Perfis de Sondagem e Análise Química da Mina de Coitizeiros (Furos realizados pelo DNPM)
Anexo V.III	- Secções Geológicas da Mina de Coitizeiros (Elaboradas a partir dos furos realizados pela CPRM)
Anexo V.IV	- Representação Gráfica dos Perfis de Sondagem das Minas de Coitizeiros - Pedrinhas-Campinhos (Furos realizados pela CPRM)
Anexo VI	- Mapa Geológico das Minas de Camarinha-Jatobá Escala 1:1000
Anexo VI.I	- Representação Gráfica dos Perfis de Sondagem das Minas de Camarinha-Jatobá (Furos realizados pela Ferbasa)
Anexo VII	- Mapa Geológico da Mina de Cascabulhos Escala 1:1000
Anexo VII.I	- Representação Gráfica dos Perfis de Sondagem da Mina de Cascabulhos (Furos realizados pelo DNPM e Ferbasa)
Anexo VIII	- Mapa Geológico da Área do Morro de Maria Eugênia Escala 1:1000

Anexo IX - Mapa Geológico da Área de Valérios Escala 1:2000

Anexo X - Mapa Geológico da Área de Cansa Cavalo I Escala 1:2000

Anexo XI - Mapa Geológico da Área de Cansa Cavalo II Escala 1:2000

Anexo XII - Mapa Geológico da Área de Limoeiro I Escala 1:2000

Anexo XIII - Mapa Geológico da Área de Limoeiro II Escala 1:2000

Anexo XIV - Mapa Geológico da Área de Limoeiro III Escala 1:2000

Anexo XV - Mapa Geológico da Área de Gameleira I Escala 1:2000

Anexo XVI - Mapa Geológico da Área de Gameleira II Escala 1:2000

Anexo XVII - Mapa Geológico Simplificado da Parte Norte da Serra de Jacobina Escala 1:100 000

Volume III

Anexo XVIII - Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Valérios

Anexo XIX - Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Cansa Cavalo I

Anexo XX - Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Cansa Cavalo II

Anexo XXI	- Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Limoeiro I
Anexo XXII	- Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Limoeiro II
Anexo XXIII	- Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Limoeiro III
Anexo XXIV	- Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Gameleira I
Anexo XXV	- Mapa de Isoanomalia Magnetométrica da Área de Gameleira II
Anexo XXVI	- Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Valérios
Anexo XXVI.I	- Perfis Magnetométricos - Área de Valérios
Anexo XXVII	- Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Cansa Cavalo I
Anexo XXVII.I	- Perfis Magnetométricos - Área de Cansa Cavalo I
Anexo XXVIII	- Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Cansa Cavalo II
Anexo XXVIII.I	- Perfis Magnetométricos - Área de Cansa Cavalo II
Anexo XXIX	- Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Limoeiro I
Anexo XXIX.I	- Perfis Magnetométricos - Área de Limoeiro I
Anexo XXX	- Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Limoeiro II

Anexo XXX.I - Perfis Magnetométricos - Área de Limoeiro II

Anexo XXXI - Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Limoeiro III

Anexo XXXI.I - Perfis Magnetométricos - Área de Limoeiro III

Anexo XXXII - Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Gameleira I

Anexo XXXII.I - Perfis Magnetométricos - Área de Gameleira I

Anexo XXXIII - Mapa Controle de Medidas Magnetométricas da Área de Gameleira II

Anexo XXXIII.I - Perfis Magnetométricos - Área de Gameleira II

Anexo XXXIV - Mapa Bouguer Simples Preliminar da Parte Central da Serra de Jacobina

Volume IV

Elementos de Sondagem

Elementos de Magnetometria

Análises Petrográficas