

RELATÓRIOS
VIAGEM
20 v.1



**RELATÓRIO DE VIAGEM
AO CANADÁ E E.E.UU.**

Geólogo
Carlos Oití Berbert
julho/outubro - 1972



- CPRM -
Diretoria de Operações
Agência Goiânia

ÍNDICE

CONTÉUDO

.....	1
.....	2
.....	2
.....	3
.....	4
.....	5
.....	13
.....	15
.....	18
.....	19
.....	21
.....	22
.....	23
.....	24
.....	25





Í N D I C E

VOLUME I

1.	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
2.	<u>OBJETIVOS DO ESTÁGIO</u>	1
3.	<u>TRABALHOS REALIZADOS NO ESTÁGIO</u>	2
3.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	2
3.2.	PROGRAMAÇÃO CUMPRIDA	3
3.2.1.	<u>Contatos Iniciais com a USAID E USGS</u>	4
3.2.2.	<u>Congresso Internacional do Canadá</u>	5
3.2.3.	<u>Contatos com o U.S. Geological Survey</u> ...	15
3.2.4.	<u>O Penrose Conference</u>	16
3.2.5.	<u>Visitas e Escursões Pós-Penrose</u>	18
3.2.6.	<u>Contatos Finais</u>	19
4.	<u>CONTATOS MANTIDOS</u>	21
5.	<u>ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO</u>	22
6.	<u>CONCLUSÕES</u>	23
7.	<u>RECOMENDAÇÕES</u>	23
7.1.	TREINAMENTOS FUTUROS	24
7.2.	DIVULGAÇÃO DA GEOLOGIA E DOS TRABALHOS DA CPRM..	25



7.3. PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS INTERNACIONAIS 26

8. AGRADECIMENTOS 28

9. ANEXOS

QUADRO 1 - Relação dos Corpos e Complexos Máficos e/ou Ultramáficos Estudados.

QUADRO 2 - Resumo dos Depósitos Econômicos Visitados

Participantes da Excursão A-31 (Pré-Congresso Internacional do Canadá).

Participantes da Excursão C-33 (Pós-Congresso Internacional do Canadá).

Participantes do Penrose Field Conference

Roteiro do Trajeto Percorrido

Ilustração Fotográficas

1. INTRODUÇÃO

Pelo Memo nº 762/GO/71 de 04/10/71, o Senhor Agente da CPRM em Goiânia propôs ao Sr. Diretor de Operações um programa de visitas do geólogo Carlos Oiti Berbert a alguns setores do U.S. Geological Survey e algumas áreas dos Estados Unidos, dentro do Convênio CPRM/USAID. Tal programa tinha como objetivo essencial o contato "in loco" com laboratórios e corpos ultrabásicos da América do Norte. Aprovado preliminarmente, ficou mais ou menos estabelecido que o estágio deveria se iniciar em abril de 1972 e teria duração de 2 meses.

Pelo Memo nº 49/72 de 03/04/72 do United States Department of the Interior - Geological Survey, foi proposto um novo programa de estágio, cujos objetivos iniciais ainda permaneciam em suas linhas gerais, e cujo início e duração seriam, respectivamente, a 9 de agosto/72 e de 8 semanas.

Revelando-se o último muito mais conveniente, não só quanto às áreas a serem estudadas, como quanto à data de início e orientador, foi o mesmo aprovado em definitivo tendo S. Excia., o Presidente da República, autorizado a ausência do referido técnico do país a partir de julho de 1972.

2. OBJETIVOS DO ESTÁGIO

Como foi dito anteriormente, o objetivo principal do estágio era o contato "in loco" com laboratórios e corpos ultrabásicos na América do Norte. A realização da 24ª Sessão do Congresso Internacional de Geologia, no Canadá, e do The Penrose Conference, nos Estados Unidos, em épocas sucessivas, forneceu a excelente oportunidade dessas visitas sem os

entraves burocráticos que existiriam para os casos particulares. Outra vantagem oferecida pelo programa, com a inclusão desses congressos citados, seria o contato estabelecido com técnicos e cientistas de vários países, proporcionando a discussão de problemas geológicos comuns.

Dentro desse espírito o estágio do geólogo Carlos Oiti Berbert na América do Norte foi iniciado em 30 de julho de 1972, com a chegada em Washington, D.C. e concluído em 10 de outubro de 1972, com a partida dos Estados Unidos.

3. TRABALHOS REALIZADOS NO ESTÁGIO

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentro da programação estabelecida (ver anexo), não puderam ser cumpridas apenas duas visitas: Complexo de Stillwater (11 - 14 setembro) e às rochas ultramáficas do leste dos Estados Unidos (25 - 29 setembro). Em compensação, foram acrescentadas ao programa original as seguintes visitas: Complexo Alcalino de Oka (Quebec, Canadá), Complexo Básico/Ultrabásico de Sudbury (Ontário, Canadá), Complexo Ultrabásico de Burro Mountain (Califórnia, EEUU), Complexo Ultrabásico/Alcalino de Iron Mountain (Colorado, EEUU) e Ultrabásica de Hunting Hill (Maryland, EEUU).

Outra mudança no programa original foi a substituição da excursão pós-Congresso Internacional aos depósitos de Noranda - Mattagami - Chibougamau, Canadá, pela excursão ao centro-sul do país, de Winnepeg a Thunder Bay.

Essa mudança, que redundou em pequeno prejuízo em relação às áreas, foi ocasionada pelo fato do Geólogo Carlos Oiti Berbert não ter sido inscrito como participante do

Congresso, como era previsto pelo programa, até quatro dias antes do início do mesmo. Deve-se acrescentar aqui que não fosse o empenho e interesse da Sra. Gertrude W. Brown, de USGS, o técnico não teria conseguido participar do conclave.

3.2. PROGRAMAÇÃO CUMPRIDA

De um modo geral, o treinamento pode ser dividido nas seguintes fases:

3.2.1. Contatos iniciais com a USAID, no Washington International Center, Washington D. C. e com o U. S. Geological Survey.

3.2.2. Congresso Internacional do Canadá, 24^a Sessão.

3.2.2.1. Excursão pré-Congresso (A-31).

3.2.2.2. Reuniões técnico-científicas em Montreal e excursões intermediárias (Oka e Sudbury).

3.2.2.3. Excursão pós-Congresso (C-33).

3.2.3. Contatos com USGS

3.2.4. Penrose Conference, Oregon e Califórnia, USA.

3.2.5. Visitas e Excursões pós-Penrose Conference.

3.2.6. Contatos Finais

3.2.1. Contatos Iniciais com a USAID e USGS

- 29 de julho Saída do Rio.
- 30 de julho Chegada a Washington, via Lima e Miami.
- 31 de julho/
03 de agosto Programação com a USAID, no Washington International Center, Washington D.C. Essa parte constituiu-se em conferências e palestras sobre a vida americana, seus problemas e valores. Dela participam todos os estagiários da USAID e tem a finalidade de entrosar a pessoa com o país.
- 04 de agosto Contato com o U.S. Geological Survey, nas pessoas dos Drs. Thomas P. Thayer, George Ericksen, John N. Dorr II e Phillip Guild. Discussão sobre o programa a ser cumprido.
- 05 a 06
de agosto Programação com a USAID, no Washington International Center, Washington, D.C.
- 07 de agosto Programação com o USGS, em contato com o Dr. Thomas P. Thayer. Estudo de lâminas do corpo ultrabásico de Hunting Hill Quarry, Maryland, explorado para material de brita. Esse estudo

incluiu o exame de serpentinito, gabro, ro
dingito.

08 de agosto

Excursão à Hunting Hill Quarry, Maryland, em
companhia do Dr. Thomas P. Thayer e Dr. John
D'Agostino, do USGS.

A pedreira, explorada pela Rockville Crushed
Stone, Inc. está a cerca de 6,5km de Rockvi
lle, Montgomery County, e nela foram estuda
dos os tipos petrográficos (dos quais o ro
dingito é o mais interessante), relações de
contato serpentinito/gabro, serpentinito/ro
dingito e a mineralogia.

09 a 10
de agosto

Programa com o USGS, escritório do Dr. Tho
mas P. Thayer.

Estudo de lâminas petrográficas e seções po
lidas de peridotitos, gabros, piroxenitos e
cromita dos Complexos de Stillwater (Monta
na, USA), Camaguey (Cuba), Shinakora (Hindu
bagh, Paquistão), Canyon Mountain (Oregon) e
Ajax (Grant, Colorado), com particular aten
ção às texturas e distinção entre complexos
alpinos e estratiformes.

3.2.2. Congresso Internacional do Canadá

3.2.2.1. Excursão pré-Congresso

11 de agosto

Viagem para Winnepeg, Manitoba, Canadá, para

início da excursão A-31, pré-Congresso Internacional.

Esta excursão teve por objetivo o estudo do Arqueano do Oeste do Escudo Canadense, em especial quanto às subprovíncias de Flin-Flon, Lynn Lake, Wabowden, da Província de Churchill, e dos depósitos de sulfetos de Zn/Cu (Flin-Flon, Fox) e Ni/Cu (Lynn Lake, Thompson, Moak, Manibridge, Pipe). Incluiu a visita a minas subterrâneas e a céu-aberto, e a verificação da geologia regional de cada uma.

12 de agosto

Viagem a Flin-Flon, Manitoba.

Visita à mina de Cu/Zn explorada pela Hudson Bay Mining and Melting Company.

A mina subterrânea está atualmente com 1.200m de profundidade, e o minério aparece em forma maciça e disseminada em andesitos em contato com "greenstones". O teor médio é de 2,2% Cu e 4,4% Zn, e os depósitos constituem-se de 5 corpos lenticulares.

13 de agosto

Estudo da geologia da área de Flin-Flon, com a observação de afloramentos de vulcanitos (andesitos, basaltos e quartzo-pórfiro), intrusivas gabróicas e peridotíticas e metassedimentos (arenitos, grauvacas, conglomerados).

14 de agosto

Viagem a Lynn Lake, Manitoba.

Visita às Minas de Lynn Lake, pertencentes à Companhia Sherritt Gordon.

Em Lynn Lake explora-se Ni/Cu em sulfetos encaixados em gabros e anfibolitos. O aspecto interessante dessa jazida é que ela se constitui num dos raros casos em que a descoberta foi feita diretamente pela observação de afloramento.

15 de agosto

Estudo da geologia da área de Lynn Lake, com a observação de metavulcânicas, metaarenitos e metagnaisses do Escudo Canadense e visita à Mina Fox, também explorada pela Sherritt Gordon.

Em Fox extrai-se Zn/Cu em sulfetos maciços e disseminados encaixados em gnaisses sericiticos, biotíticos e hornblêndicos, às vezes granadíferos. Como em Lynn Lake, a mineração é subterrânea.

16 de agosto

Viagem a Thompson, Manitoba. Estudo da geologia da área, com a observação de metassedimentos (gnaiesses e formações ferríferas) e intrusivas (granodiorito e peridotito), e visita (externa) à Mina Moak.

Essa mineração (sulfetos de Ni/Cu) foi iniciada pelo INCO em 1955; em 1958 foi descoberta a Mina de Thompson, e a Companhia fechou, provisoriamente, a de Moak.

O minério aparece na forma maciça e em dis

seminações, em peridotito do tipo Werhlito.

17 de agosto

Visita à Mina de Thompson, em exploração pela International Nickel Corporation of Canada-INCO. Ela constitui, atualmente, a 2ª mina de Ni/Cu do mundo. O minério, que pode ser maciço ou disseminado, aparece encaixado em biotita xistos de idade arqueana. Embora parecendo estar relacionado a uma intrusão de peridotito, a melhor maneira de descrever o depósito é: sulfetos com "xenólitos" de peridotito. Sua gênese ainda não está explicada, parecendo constituir-se em um tipo estratiforme à parte.

Outra mina visitada foi a de Pipe 2, também pertencente à INCO, e, ao contrário da primeira, a céu-aberto.

Nesse local pôde-se verificar a melhor exposição do minério, que, em sua forma maciça, tem 12m de espessura e está encaixado no contato entre metassedimento e peridotito.

18 de agosto

Viagem a Manibridge. Estudo da geologia da região (Arqueano) e visita à Mina Manibridge, em exploração pelo Grupo Falconbridge. Nessa mina, o minério (sulfeto de Ni/Cu) é classificado segundo às texturas, em: - "net texture", com 10 - 12% de sulfeto, disseminado, com 0,5 - 1,5% Ni e maciço, com até 20% de sulfeto. Os teores podem atingir acima de 2% Ni.

19 de agosto

Visita às instalações da INCO, em Thompson, cuja usina trabalha com minérios das Minas Thompson, Pipe 2 e Birchbridge, consistindo-se na mais completa de todo o país (Sudbury ainda não tem a parte de refinaria final).

No mesmo dia, viagem Thompson-Winnepeg, Manitoba.

3.2.2.2. Reuniões em Montreal e excursões intermediárias

20 de agosto

Viagem Winnepeg a Montreal, Quebec, Canadá, para as reuniões técnico-científicas do congresso.

 21 a 26
de agosto

Sessões técnicas.

Dentro das sessões técnicas procurou-se participar de todas aquelas que tinham um cunho econômico de interesse. Destarte, estivemos presente em:

<u>Sessão técnica</u>	<u>Nº de palestras ouvidas</u>
Geologia precambriana	3
Petrologia	3
Tectônica	7
Depósitos minerais	16
Exploração geofísica	<u>5</u>
Total	34

27 de agosto

Excursão a Monteregian, Quebec, Canadá. ~~Revo~~
A excursão teve por objetivo o estudo ~~vidos~~ dos carbonatitos e das rochas ultra-alcalinas do Complexo de Oka. Foram estudados afloramentos de rochas ricas em melilita (okaito), ijolitos, jacupiranguitos, sovitos e ocorrências de nióbio e terras raras. No mesmo dia, visita à mina de pirocloro de St. Laurence Columbian and Metals Corporation, cuja produção anual é de cerca de 2.500t ~~de~~ de concentrados, a 0,45% Nb₂O₅.

28 de agosto

Excursão a Sudbury, Ontário, com o Dr. João Batista de Vasconcellos Dias, Chefe ~~da~~ da ASSOP e Dr. Luiz Antônio Gravatá ~~Galvão~~, Galvão, Agente de Goiânia, por atenção do Dr. J. Keith Diebel, Gerente do Setor de Exploração, Setor Internacional, da INCO. Nessa excursão foram visitadas as minas de sulfetos de Cu/Ni de Copper Cliff ~~North~~, North, (subterrânea) e Clarabelle (open pit), situadas em um "dique" de quartzo norito com minério maciço e disseminado.

3.2.2.3. Excursão pós-Congresso (C-33)

30 de agosto

Viagem Sudbury - Toronto - Winnepeg, Canadá, para início da excursão C-33, pós-Congresso Internacional. Essa excursão teve por objetivos o estudo do Arqueano do oeste e centro do Escudo Cana

dense, com especial atenção aos Blocos Kenora, English River e Red Lake da Província Superior e de seus "greenstone belts". Além das minas de Ni de Dumbarton, de Ni/Zn de South Bay foram visitadas pedreiras de calcário e granito e minas de pegmatito e ferro.

31 de agosto

Viagem a Pinawa. Estudo do Arqueano e da metalogênese do oeste do Escudo Canadense. Além da observação da geologia geral da área, foram feitas as seguintes visitas:

- Pedreira de calcário, usado para ornamentação, pertencente à Companhia Gillies Quarry Limited, em Garson, Manitoba.

- Pedreira de granito rosa, usado para ornamentação, pertencente à Companhia Cold Springs Granite Co., em Lac Du Bonnet, Manitoba, na qual a extração é feita por método moderno, desenvolvido na própria jazida, sem o emprego de explosivos, e com a retirada de testemunhos de 1m de diâmetro e 2m de comprimento.

01 de setembro

Visita às minas subterrâneas de Tamco, em Bernic Lake, Manitoba, e Dumbarton, em Bird River, Manitoba, pertencente à Falconbridge.

Em Bernic Lake explora-se minerais de pegmatito (tantalita, polucita, espodumênio, pe

talita, lepidolita), sendo que, atualmente, a sua produção de Ta (350.000t de Ta_2O_5) perfaz 1/3 da mundial.

Dumbarton constitui uma jazida pequena (+ 1.000.000t) de sulfeto de Ni inusitada, visto que o minério ocorre, em forma maciça, ao longo de fraturas no contato entre um granodiorito intrusivo e lavas basalto-andesíticas metamorfisadas a xistos verdes. Seu "cut-off" é de 1% Ni e o teor pode chegar a 2,5% Ni. A mina pertence ao Grupo Falconbridge que a arrendou à Cia. Faraday.

Nesse mesmo dia foi feita visita ao Instituto de Energia Atômica do Canadá, em Pinawa (Atomic Energy of Canada Limited - White Shell Nuclear Research Establishment).

02 de setembro

Estudo da geologia do Arqueano do centro-sul Canadense (Blocos Red Lake e English River). Essa excursão teve por finalidade a observação das sequências vulcânicas (basaltos, andesitos, riolitos) com os quais grande parte da mineralização de sulfetos está relacionada, tendo sido estudadas as exposições dos lagos Wallace, Gem, Flintstone, Big Clearwater, Stormy e Long no distrito de Rice Lake.

03 de setembro

Viagem a Star Lake, Manitoba. Observação da geologia da área e do "greenstone belt" de Lake of the Woods, e estudo do complexo básico-ultrabásico de Bird River e do peri

dotito de Luckey Boy.

O sill de Bird River é um exemplo clássico de complexo estratiforme, semelhante ao de Campo Formoso na Bahia. Sua importância, sobretudo na 2ª Guerra Mundial, deve-se aos depósitos de cromita que ali aparecem em forma disseminada e maciça.

Os teores variam de 20-30% Cr_2O_3 , e a relação Cr: Fe vai de 1:1 a 1,6:1, o que torna o depósito pouco econômico.

O peridotito de Luckey Boy foi descoberto há pouco tempo por geofísica aérea. Trabalhos de EM revelaram, a 300m a leste do corpo, uma anomalia pequena em lavas andesíticas, dada por depósitos de sulfetos de Ni/Cu/Zn, o primeiro talvez remobilizado do peridotito. O minério tem teores de cerca de 1% Zn, 0,6% Ni e 0,5% Cu.

04 de setembro

Viagem a Kenora, Ontário.

Observação da geologia estrutural do "greens tone belt" de Lake of the Woods e estudo das intrusões gabro-dioríticas-monzoníticas de Falcon Lake e Winnetka Lake, das "pillow lavas" entre os lagos Falcon e Weit Hawk, e do lago Royal.

05 de setembro

Excursão pelo Lake of the Woods, a sul de Kenora, Ontário.

A excursão teve por objetivo o estudo dos principais aspectos da vulcanologia do Arquea

no Canadense. Foram, assim, observados diversos afloramentos de lavas basálticas, "pillow lavas" basálticas, andesíticas, brechas aquôgenicas, sills de dunitos e metassedimentos associados.

06 de setembro

Viagem a Ear Falls, Ontário.

Observação do metamorfismo que afetou os vulcanitos e sedimentos dos chamados blocos Kenoza e English River, pertencentes ao Arqueano Canadense, bem como das intrusões graníticas da região.

07 de setembro

Viagem a Dryden, Ontário.

Visita às Minas de South Bay e Griffith.

Em South Bay explora-se Zn/Cu em sulfetos encaixados em tufo riolíticos e quartzo-porfíro. Sendo a South Bay Mines Co. uma Companhia relativamente nova, e desejando estabelecer padrões para a descoberta de novas minas, aplicou no local todos os métodos de prospecção geofísica possíveis para a seleção do melhor tipo no depósito, bem como todos os estudos petrográficos, mineralógicos e estruturais. Trata-se, pode-se dizer, de uma área teste. Entre as inúmeras minas visitadas esta nos pareceu, guardadas as proporções, a mais organizada.

Em Griffith explora-se ferro a partir de formações ferríferas sedimentares muito dobradas (magnetita + quartzo), tendo, para tanto,

que se isolar grande parte de um lago através de um dique artificial e bombeamento de água.

Os teores são de 40-44% Fe, 29% SiO₂ e 0,01% P, e, ao contrário de South Bay, a exploração é a céu-aberto.

08 de setembro

Viagem a Thunder Bay, Ontário.
Reconhecimento do Arqueano entre Dryden e Thunder Bay, bem como do Proterozóico Canadense a oeste da última (folhelhos tufáceos, ferríferos, ardósias, calcários e cherts sem dobramentos).

09 de setembro

Viagem Thunder Bay, Canadá - Washington, D.C. USA.

3.2.3. Contatos com o U.S. Geological Survey

10 a 13

de setembro

Programação com o U.S. Geological Survey em Washington, D.C., junto ao Dr. Thomas P. Thayer.

O período foi gasto na consulta a bibliografia sobre as áreas já visitadas e a serem percorridas, e no estudo de lâminas delgadas de rochas dos complexos ultramáficos de Twin Sisters (Vermont, USA) e Canyon Mountain (Oregon, USA).

3.2.4. O Penrose Conference

- 14 de setembro Viagem Washington, D.C. - Portland, Oregon, para início do Penrose Conference.
À noite: - primeira reunião para definição do termo "Ofiolito".
- 15 de setembro Viagem Portland, Oregon - John Day, Oregon. Início do Penrose Conference.
Observação da geologia do norte de Oregon, ao longo do rio Colúmbia, e deste ao centro-oeste do Estado, até John Day.
À noite: - Seminário, à cargo dos USA.
- 16 a 17 de setembro Estudo do Complexo máfico-ultramáfico de Canyon Mountain.
Observação das relações de contato entre gabro-diorito-peridotito-albita granito-trondjemito, das texturas e estruturas locais e dos depósitos de cromita da mina Chamber (parada).
À noite: - Seminário, a cargo dos USA, Canadá, Tasmânia e Austrália.
- 18 de setembro Viagem John Day, Oregon - Yreka, Califórnia. Esse trajeto proporcionou uma verdadeira aula de vulcanologia, com o exame de vulcões recentes e de seus produtos: Cinder Cone, Oregon, Newscratcr, Oregon, Mt. Shasta, Califórnia.

À noite: - Seminário, a cargo da Holanda, França e USA.

19 de setembro

Estudo do Complexo máfico-ultramáfico de Seiad, Califórnia.

Observação das relações texturais estruturais e de contato entre peridotito-dunito-anfibolito-granulito e dos depósitos de cromita da Mina Seiad (parada).

À noite: - Seminário, a cargo do Canadá e USA.

20 de setembro

Estudo do Complexo máfico-ultramáfico de Callahan, Califórnia. Observação das relações texturais, estruturais e de contato entre gabro-peridotito-piroxenito-diorito-granito-grauvacas-lavas basálticas, nos chamados Monte Gazelle e Lago Kangaroo.

À noite: - Seminário, a cargo dos USA.

21 de setembro

Viagem Yreka - Feather River - Canyon dan, Califórnia. Essa excursão proporcionou outra aula de vulcanologia recente com o exame dos produtos magmáticos dos Montes Shasta, Raker, Chaos e Lassen (esse último dentro da própria cratera).

à noite: - Seminário, a cargo dos USA.

22 de setembro

Viagem Canyon dan - Livermore, ao longo do Feather River Canyon.

Observação da geologia regional e estudo da

ultramáfica (peridotito) de Feather River.
À noite: - Seminário, a cargo dos USA e Canada.

23 de setembro Viagem Livermore - Red Mountain - Palo Alto, Califórnia.

Observação da geologia da área e estudo do Complexo máfico-ultramáfico de Red Mountain (gabro-peridotito-dunito).

À noite: - Seminário e Reunião final para a definição de "Ofiolitos".

24 de setembro Conferência. Apresentação do Brasil com o tema "Geologia dos Complexos máficos-ultramáficos do Brasil - Central".

Reuniões finais.

Manhã e tarde: Seminário a cargo do Canadá, USA, Brasil, Venezuela e Itália.

3.2.5. Visitas e Excursões Pós-Penrose

25 de setembro Visita às instalações do U.S. Geological Survey em Menlo Park no que se refere à Divisão Topográfica e Divisão de Geologia (incluindo laboratórios), tendo por guia o Dr. R. G. Coleman, do USGS, Menlo Park, Califórnia.

26 de setembro Viagem Menlo Park - Burro Mountain, Califórnia. Estudo do Complexo ultramáfico de Burro Mountain, no sul da Califórnia, com a observação das texturas e estruturas dos du

nitos e peridotitos locais, tendo por guia o Dr. R. A. Agney, USGS, Menlo Park, Califórnia.

27 de setembro U.S. Geological Survey, Menlo Park, Califórnia. Consulta, na Biblioteca Central, de bibliografia referente às ultramáficas da Califórnia e Colorado, e discussão de problemas específicos com o Dr. T. P. Thayer.

28 de setembro U.S. Geological Survey, Menlo Park, Califórnia. Discussão com o geólogo Charles L. Hummel sobre o trabalho desenvolvido por ele com geólogos do DNPM nos complexos de Goianésia-Barro Alto e Cromínia-Mairipotaba, em 1968-1969, em programa de prospecção geoquímica.

Viagem Menlo Park, Califórnia - Denver, Colorado.

29 de setembro Viagem Denver - Iron Mountain, Colorado. Estudo do Complexo ultrabásico-alcalino de Iron Mountain (peridotito-piroxenito-anortosito-dunito-gabro-nefelina sienito), de McClure Mountain e Gem Park (onde há uma fase carbonatítica e uma antiga mina de vermiculita).

3.2.6. Contatos Finais

03 de outubro Preparativos para viagem de retorno ao Bra

- sil.
Contatos com U.S.G.S. em Washington D.C.
- 04 de outubro U.S. Geological Survey, Washington D.C.
Discussões comparativas com o Dr. T.P. Thayer sobre os Complexos máficos-ultramáficos visitados e os do Brasil.
Estudo de lâminas delgadas dos seguintes corpos ultramáficos: Tinaquilo (Venezuela), Lizard (Inglaterra) e Baltimore State-Line (USA).
- 05 de outubro U.S. Geological Survey - Discussão com o Dr. Max G. White sobre os resultados do treinamento, perspectivas de novos cursos para pessoal da CPRM, resultados desenvolvidos pelo geólogo Charles L. Hummel no Brasil.
- 06 de outubro Discussões finais com o Dr. T.P. Thayer e George Ericksen no U.S. Geological Survey.
Viagem Washinton, D.C. - New York.
- 09 de outubro Viagem New York - Rio de Janeiro, Brasil.
- 10 de outubro Chegada ao Rio de Janeiro. Apresentação ao Sr. Diretor de Operações da CPRM, Dr. Francisco Moacyr de Vasconcellos.
À tarde: Viagem a Goiânia e apresentação ao Sr. Agente da CPRM, Dr. Luiz Antônio Gravatá Galvão.

4. CONTATOS MANTIDOS

Um dos aspectos mais importantes do treinamento obtido pelo geólogo Carlos Oiti Berbert foram os contatos mantidos com técnicos e cientistas de várias partes do mundo, propiciando discussões, métodos de pesquisa e avanços no campo geológico de países com terrenos e problemas semelhantes aos do Brasil, como o Canadá, Austrália, Índia, África do Sul, Rodesia, Tasmânia, Suriname, Finlândia. Nesse aspecto pode-se dizer que o estágio coroou-se de êxito, já surtindo efeito, com o recebimento pelo geólogo de mapas e publicações estrangeiras difíceis de serem conseguidas por outras formas.

Em anexo ao ítem damos a lista de pessoas que, de uma maneira ou de outra, propiciaram esses contatos. Os asteriscos assinalam aqueles participantes com quem os contatos foram mais chegados.

CONTATOS MANTIDOS NO U.S. GEOLOGICAL SURVEY

1. WASHINGTON, D.C.

- 1.1. Dr. Thomas P. Thayer*
- 1.2. Dr. George Ericksen*
- 1.3. Dr. Max G. White*
- 1.4. Dr. John Dorr II
- 1.5. Dr. Phillip Guild
- 1.6. Dr. John D'Agostino

2. MENLO PARK, CALIFORNIA

- 2.1. Dr. R.G. Coleman*

2.2. Dr. E.D. Jackson*

2.3. Dr. R.A. Loney

3. DENVER, COLORADO

3.1. Dr. David Shawe*

5. ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO

Sob todos os pontos de vista, o treinamento obtido pelo geólogo Carlos Oiti Berbert no Canadá e Estados Unidos da América superou as expectativas, apesar das pequenas modificações do programa original, porque:

a. possibilitou estudos e observações "in loco" do objetivo principal do estágio: rochas ultramáficas e depósitos econômicos associados. As observações da geologia regional das áreas mineralizadas (sobretudo do Arqueano Canadense) forneceram uma visão global tal que permitiu a comparação com áreas brasileiras semelhantes;

b. possibilitou o entrosamento com as novas teorias científicas no campo específico dos complexos máficos-ultramáficos;

c. possibilitou o contato com técnicos e cientistas da maior importância no ramo e as discussões e comparações de métodos de trabalho de vários países semelhantes ao Brasil;

d. possibilitou uma divulgação, ainda que pequena, da CPRM e da geologia brasileira no exterior, através da distribuição do Relatório de Atividades da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM, ano 1971 entre os par

ticipantes dos conclaves citados e do USGS, e da palestra que o geólogo fez sobre as ultramáficas do Brasil-Central no Penrose Conference;

e. permitiu um aprendizado por parte do geólogo, não só no campo, como em laboratório, no setor das ultramáficas.

6. CONCLUSÕES

Da simples observação dos itens anteriores e dos quadros em anexo (Quadros 1 e 2) pode-se concluir, repetindo o dito anteriormente, que, apesar de não ter sido possível a visita a Stillwater, incluída como meta prioritária no programa de treinamento, o estágio oferecido ao geólogo Carlos Oiti Berbert ultrapassou as expectativas e atingiu o seu objetivo primordial: o de dar uma visão geral das rochas ultramáficas e suas conotações econômicas, além de possibilitar contatos importantes com técnicos e cientistas renomados e discussões sobre problemas semelhantes ao Brasil em outros países.

Mais uma vez ele provou o que sempre dissemos: a bibliografia funciona até determinado ponto, além do qual é preciso a observação "in loco" para a comparação final.

7. RECOMENDAÇÕES

Afora as recomendações de caráter técnico e específico, que acompanham o relatório técnico anexo, do treinamento obtido pelo geólogo, podem ser feitas as seguintes recomendações:

7.1. TREINAMENTOS FUTUROS

O tipo de estágio experimentado revelou-se grandemente positivo. A observação e contatos mantidos com outros técnicos em treinamento ou que já tenham participado de programas no exterior revelaram que os treinamentos futuros devem ter as seguintes características:

- a. Objetividade
- b. Curta duração
- c. Praticidade
- d. Aplicabilidade às condições brasileiras.
- e. Sejam de interesse da CPRM.

Essas características, cremos, podem ser obtidas por dois meios:

1. Trazendo técnicos especializados de outros países para darem cursos ou visitar áreas específicas, em companhia de técnicos brasileiros, com o fito de transmitir sua experiência na solução de problemas dessas áreas, e sugerir métodos e meios.

Isto traz a vantagem de se treinar um grande grupo de técnicos ao mesmo tempo, além de padronizar conceitos e fornecer discussões.

Esse tipo já foi proposto pela CPRM/USAID, com a programação preliminar de 6 cursos a serem dados no Brasil em 1973, por professores e técnicos americanos.

Quanto à visita de especialistas estrangeiros à áreas específicas recomendamos contatos com pessoal do Canadá, África do Sul e Austrália sobretudo, visto serem esses países semelhantes ao Brasil.

2. Enviando técnicos brasileiros para visitas e estudos ao exterior em programas semelhantes ao experimentado pelo geólogo Carlos Oiti Berbert: específicos, com o maior número de visitas, e de curta duração. Em resumo, estágios que permitam a comparação com situações brasileiras e aplicabilidade em nosso país.

7.2. DIVULGAÇÃO DA GEOLOGIA E DOS TRABALHOS DA CPRM

Um dos fatos mais chocantes observados no exterior é a total ignorância sobre a situação do Brasil no campo mineral. Entre os contatos mantidos pelo geólogo Carlos Oiti Berbert, nenhum técnico do exterior (a não ser as Companhias que aqui já têm alguma operação, como a INCO) sequer ouviu falar em FETROBRÁS, Cia. Vale do Rio Doce ou CPRM. Da última apenas alguns franceses e americanos têm notícias, assim mesmo sem saber exatamente do que se trata. Raros são os que conhecem trabalhos de geologia brasileiros.

A divulgação da CPRM no exterior é de extrema importância, já que ela arca com a maioria total dos trabalhos de Geologia no país, em termos de atração de investidores e cientistas. Dentro desse sentido, funcionou perfeitamente a distribuição do "folder" relativo a 1971 da Companhia, levados ao Congresso do Canadá pelo Dr. João Batista de Vasconcelos Dias e Dr. Luiz Antônio Gravatá Galvão, entre os principais participantes do IGC e do Penrose Conference. É preciso aqui dizer que não só contribuíram como ilustração do imenso trabalho que aqui se realiza no campo mineral, como receberam de todos a surpresa e os elogios pelo alto padrão estético. Muitos, a quem não tinham sido dados, vieram solicitá-los. Pode-se dizer que existe pelo menos um Relatório da

CPRM na Austrália, África do Sul, França, Itália, Suriname, Venezuela, além de vários no Canadá e Estados Unidos.

Essa divulgação poderia ser continuada através da distribuição anual dos Relatórios da CPRM (poucos no mundo rivalizam em qualidade com eles) entre os participantes relacionados no item 5. Talvez mesmo valesse a pena a impressão de uma parte desses relatórios na língua inglesa, visto ser pouco falado o português.

Em termos de divulgação ainda faz-se necessária a publicação de notícias, temas e trabalhos de técnicos da CPRM em revistas e periódicos estrangeiros.

7.3. PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS INTERNACIONAIS

A participação do Brasil este ano no Congresso Internacional do Canadá foi de 36 pessoas, o que se constituiu em bom número. No entanto, achamos que a CPRM contribuiu com muito pouco enviando apenas 2 representantes oficiais - Dr. João Batista de Vasconcelos Dias e Dr. Luiz Antônio Gravatá Galvão. Mais importantes que as simples sessões técnicas em si nesses Congressos são os contatos mantidos e as excursões. O envio de técnicos da Companhia a esses Conclaves constitui investimento antes que gasto propriamente. Dois exemplos observados servem para ilustrar o dito:

Houve no IGC cerca de 48 excursões pré-Congresso, 35 pós-Congresso e 27 durante o Congresso (estas com duração de um ou dois dias). A experiência adquirida pelo geólogo Carlos Oiti Berbert nas excursões A-31 (minas de sulfeto de Cu/Ni e Zn/Ni) e C-33 (minas de Cu/Ni, cromita, ferro e pegmatitos) poderia ser também conseguida por diversos outros

técnicos da Companhia que tivessem participado de cada uma das demais. Nesse ponto agiu acertadamente a Cia. Terraser vice, que, levando 9 de seus geólogos e engenheiros de minas, distribuiu-os em várias excursões, de interesse para os campos em que vêm trabalhando. Em grupo, foi a maior representante do Brasil. Muito se teria aprendido enviando um geólogo do Norte ou Centro-Oeste aos depósitos de Noranda-Chibougamau (a 2ª maior região mineira do Canadá em sulfetos), um da Bahia ou Nordeste às minas de cobre de British Columbia, um de Minas Gerais aos depósitos de Urânio do Oeste do Canadá.

Por outro lado, a maioria dos países que se fizeram presentes ao IGC organizaram-se em grupos, mesmo quando os participantes trabalhavam ou pertenciam a organizações diferentes. Assim, países como a França, a Itália, o Japão e a Rússia tinham grupos chefiados por um coordenador que se encarregava não só da distribuição do pessoal nas sessões técnicas e simpósios como nas participações sociais, de maneira que, pelo menos um representante estava presente a todos os acontecimentos. Em suma, agiram como blocos.

O segundo caso refere-se aos "Stands" apresentados. Infelizmente, nesse aspecto, é preciso dizer que o Brasil teve péssima representação. Entre cerca de 200 exposições seu "Stand" esteve entre os piores. Enquanto países como a Venezuela e a Tchecoslováquia tinham, em mais de 20m², mapas, relatórios, folhetos, ao nosso país coube um espaço de não mais de 6m², onde apenas três mapas (geológico, tectônico e de trabalhos do DNPM - este colorido à mão) não despertaram absolutamente interesse, mesmo porque as legendas (poucas) estavam em língua portuguesa. É pena que numa rara oportunidade como esta - o Congresso Internacional realiza-se de 4 em 4 anos - não tenha havido uma representação maior e melhor, pa

ra a qual poderiam ter contribuído, além do DNPM, a própria CPRM, PETROBRÁS, Vale do Rio Doce, CNEN. Relatórios de Projetos (cuja apresentação tem sido elogiada por estrangeiros que visitam a CPRM) e ilustrações sobre o RADAN teriam dito muito mais. Pode-se, em resumo, dizer que nesse aspecto, o Brasil passou em brancos-panos.

Como recomendação sugerimos para os próximos Congressos Internacionais:

a. Envio de um número mais representativo de técnicos, de tal sorte que as excursões de interesse para regiões específicas do Brasil tenham, pelo menos, um geólogo ou engenheiro de Minas da CPRM;

b. Procurar reunir todos os brasileiros ao Congresso em um bloco que represente o Brasil realmente;

c. Promover "Stands", palestras e reuniões à altura do que se desenvolve no Brasil.

8. AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas estiveram envolvidas nesse treinamento, desde a indicação do nome para o estágio, até o retorno do geólogo. Sem elas ele não teria sido possível, e a elas vai o nosso agradecimento profundo pela oportunidade recebida:

Ao Sr. Agente de Goiânia, Dr. Luiz Antônio Gravata Galvão, pela indicação primeira de nosso nome, pelo incentivo e apoio que sempre nos deu.

Ao Sr. Diretor de Operações, Dr. Francisco Moacyr de Vasconcellos e ao Sr. Chefe do ASSOP, Dr. João Batista de Vasconcellos Dias, pela confiança, apoio e incentivo com

relação à nossa pessoa, aceitando, autorizando e indicando nosso nome para o estágio. Deve-se acrescentar mais que a Diretoria de Operações da CPRM, na pessoa de seu Diretor, tem demonstrado um nível enorme de compreensão com relação a esses treinamentos, julgando-os, acertadamente, da máxima importância para a Companhia, raro verificada em outras Entidades para as quais trabalhamos antes ou das quais temos notícia.

Ao Sr. Presidente da CPRM, Dr. Ronaldo Moreira da Rocha, pelo interesse e confiança com relação à nossa pessoa, solicitando ao Sr. Ministro das Minas e Energia a autorização necessária.

Ao Dr. Max G. White que, com carinho, cuidou da reformulação do primeiro programa, e pelo interesse sempre demonstrado pelo andamento do estágio quando estávamos nos USA.

Ao Dr. George Ericksen, pelo mesmo interesse citado, pelas discussões e pelas recepções que à nossa pessoa ofereceu.

Ao Dr. Thomas P. Thayer que, com paciência e interesse, acompanhou esse geólogo em Menlo Park, Califórnia, e Iron Mountain, Colorado, além de fornecer todas as facilidades, incluindo sala, microscópio, coleções de rochas, lâminas e bibliografias particulares, e apresentar esse geólogo a altos cientistas do USGS em Washington, D.C.. A ele também os agradecimentos pelas discussões relativas ao problema "ultramáficas" do Brasil, Canadá, USA, Inglaterra, Chipre, Grécia, África do Sul, Austrália, Jugoslávia e Venezuela, e a indicação para o convite, como representante do Brasil, ao Penrose Conference.

Ao Dr. R.G. Coleman, do USGS - Menlo Park, pelo convite formulado para o Penrose Conference, sem o que não

pod^{er}ia haver participa^ção, pelas discussões científicas forⁿecidas, e pelo convite para visita a Burro Mountain, Califórⁿia.

Aos seguintes geólogos que, apesar de guias das excursões indicadas, sempre deram especial atenção às discus^sões com relação aos problemas brasileiros:

Dr. C.K. Bell, Geol. Survey of Canadá - Excur^são A - 31.

Dr. D.A. Cranstone, Depart. of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Ontário - Excursão A - 31.

Dr. H.D.B. Wilson, University of Manitoba, Cana^dá - Excursão C - 33.

Um agradecimento especial dirigimos à Sra. Ger^trude W. Brown, do USGS, que nos deu toda a atenção e apoio, desd^obrando-se para conseguir as facilidades necessárias, co^mo a participação nossa no Congresso Internacional do Canadá. Sem ela, o sucesso do treinamento teria sido reduzido de mui^to.

ANEXOS

A. Anexo

ITEM	LOCAL	PROFUNDIDADE (M)	PROFUNDIDADE (M)	PROFUNDIDADE (M)	PROFUNDIDADE (M)
1	Dashbaron	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
2	Hiri River	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
3	Hiri River	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
4	Hiri River	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
5	Dashbaron	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
6	Huntbridge	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
7	Ordway	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
8	Dashbaron	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba
9	Hiri River	Menatoba	Menatoba	Menatoba	Menatoba

9. A N E X O S

Q U A D R O 1

RELAÇÃO DOS CORPOS E COMPLEXOS MÁFICOS E/OU ULTRAMÁFICOS ESTUDADOS

A. CANADÁ

ITEM	COMPLEXO	PROVÍNCIA OU ESTADO	ROCHAS	TIPO
1	Lynn Lake	Manitoba	Gabro, Diorito, Norito, Peridotito, Anfibolito.	Poligênico
2	Thompson	Manitoba	Peridotito serpentizado	Estratiforme
3	Moak	Manitoba	Serpentinito	Estratiforme
4	Pipe 2	Manitoba	Peridotito serpentizado	Estratiforme
5	Soab North	Manitoba	Peridotito serpentizado	Estratiforme
6	Manibridge	Manitoba	Peridotito serpentizado, anfibolito	Estratiforme
7	Sudbury	Ontário	Norito, Quartzo Diorito, Micro-Pegmatito	Estratiforme
8	Dumbarton	Manitoba	Metabasaltos	?
9	Bird River	Manitoba	Peridotito, Gabro, Cromita	Estratiforme

Q U A D R O 1

(continuação)

RELAÇÃO DOS CORPOS E COMPLEXOS MÁFICOS E/OU ULTRAMÁFICOS ESTUDADOS

A. CANADÁ

ITEM	COMPLEXO	PROVÍNCIA OU ESTADO	ROCHAS	TIPO
10	Falcon Lake	Manitoba	Quartzo Monzonito, Granodiorito, Monzodiorito, Gabro	Estratiforme
11	Winnetka Lake	Ontário	Granodiorito	Estratiforme
12	Lake of the Woods	Ontário	Dunito, Metavulcânicas, Gabro, Piroxenitos	Estratiforme
13	Luckey Boy	Manitoba	Metariolito	Estratiforme?
5	Red Mountain	Califórnia	Gabro, Peridotito, serpentinita, Dunito	Alpino
6	Barro Mountain	Califórnia	Peridotito, Dunito	Alpino
7	Iron Mountain	Califórnia	Peridotito, Dunito, Gabro, Anortosito, Amfibolito, Piroxenito, Nefelina Sienito, Sienito	Em Anál.

Q U A D R O 1

(continuação)

RELAÇÃO DOS CORPOS E COMPLEXOS MÁFICOS E/OU ULTRAMÁFICOS ESTUDADOS

B. USA

ITEM	COMPLEXO	PROVÍNCIA OU ESTADO	ROCHAS	TIPO
1	Canyon Mountain	Oregon	Dunito, Peridotito, Gabro, Albita Granito, Trondjemito	Alpino
2	Seiad	Califórnia	Peridotito, Anfibolito, Cromita, Dunito	Alpino
3	Callahan	Califórnia	Gabro, Peridotito, Albita Granito	Alpino
4	Feather River	Califórnia	Peridotito, Dunito	Alpino
5	Red Mountain	Califórnia	Gabro, Peridotito serpentizado, Dunito	Alpino
6	Burro Mountain	Califórnia	Peridotito, Dunito	Alpino
7	Iron Mountain	Colorado	Peridotito, Dunito, Gabro, Anortosito, Anfibolito, Piroxenito, Nefelina Sienito, Sienito	Em Anel

Q U A D R O 1

(continuação)

RELAÇÃO DOS CORPOS E COMPLEXOS MÁFICOS E/OU ULTRAMÁFICOS ESTUDADOS

B. USA

ITEM	COMPLEXO	PROVÍNCIA OU ESTADO	ROCHAS	TIPO
8	Gem Park	Colorado	Gabro, Carbonatito, Vermiculita	Em Anel
9	Hunting Hill	Maryland	Peridotito serpentizado, Ga bro, Rodingito	Alpino

RESUMO DOS DEPÓSITOS ECONÔMICOS VISITADOS

ITEM	MINA	DEPÓSITO	TIPO DE MINERAÇÃO	COMPANHIA	OBSERVAÇÕES
1	Hunting Hill Quarry, Maryland, USA	Serpentinito p/ Brita	Céu Aberto	Rockville Crushed Stove, Inc.	
2	Flin Flon, Manitoba	Sulfetos de Cu/ Zn	Subterrânea	Hudson Bay Mining and Smelting Company	Excursão A-31
3	Open Pit Upper "B", Lynn Lake, Manitoba	Sulfetos de Cu/ Ni	Céu Aberto	Sherritt Gordon Mines LTD.	Excursão A-31
4	Lynn Lake, Manitoba	Sulfetos de Cu/ Ni	Subterrânea	Sherritt Gordon Mines LTD.	Excursão A-31
5	Fox, Manitoba	Sulfetos de Cu/ Zn	Subterrânea	Sherritt Gordon Mines LTD.	Excursão A-31
6	Moak, Thompson, Manitoba	Sulfetos de Ni	Subterrânea	International Nickel Company of Canada	Excursão A-31

Q U A D R O 2

(continuação)

RESUMO DOS DEPÓSITOS ECONÔMICOS VISITADOS

ITEM	MINA	DEPÓSITO	TIPO DE MINERAÇÃO	COMPANHIA	OBSERVAÇÕES
7	Thompson, Manitoba	Sulfetos de Ni/Cu	Subterrânea	International Nickel Company of Canada	Excursão A-31
8	Pipe 2, Upper Oswagen Lake, Manitoba	Sulfetos de Ni	Céu Aberto	International Nickel Company of Canada	Excursão A-31
9	Soab North, Manitoba	Sulfetos de Ni	Subterrânea	International Nickel Company of Canada	Excursão A-31
10	Manibridge, Manitoba	Sulfetos de Ni/Cu	Subterrânea	Falconbridge Nickel Mines Limited	Excursão A-31
11	Oka, Quebec	Pirocloro	Céu Aberto	St. Lawrence Columbian and Metals Corporation	Excursão B-11

Q U A D R O 2

(continuação)

RESUMO DOS DEPÓSITOS ECONÔMICOS VISITADOS

ITEM	MINA	DEPÓSITO	TIPO DE MINERAÇÃO	COMPANHIA	OBSERVAÇÕES
12	Copper Cliff North, Sudbury, Ontário	Sulfetos de Ni/Cu	Subterrânea	International Nickel Company of Canada	Excursão B-11
13	Clarabelle, Sud bury, Ontário	Sulfetos de Ni/Cu	Céu Aberto	International Nickel Company of Canada	Excursão B-11
14	Gillies Quarry, Garson, Manitoba	Calcário p/ orna mentação	Céu Aberto	Gillies Quarry LTD.	Excursão C-33
15	Cold Springs, Lac Du Bonnet, Manitoba	Granito p/ orna mentação	Céu Aberto	Cold Springs Granite Co.	Excursão C-33
16	Bernic Lake, Ma nitoba	Minerais de Ta e Li	Subterrânea	Tantalum Mining Corporation of Canada LTD.	Excursão C-33

Q U A D R O 2

(continuação)

RESUMO DOS DEPÓSITOS ECONÔMICOS VISITADOS

ITEM	MINA	DEPÓSITO	TIPO DE MINERAÇÃO	COMPANHIA	OBSERVAÇÕES
17	Dumbarton, Mani toba	Sulfetos de Ni/Cu	Subterrânea	Faraday - Fal conbridge	Excursão C-33
18	Bird River, Mani toba	Cromita	Céu Aberto (Para da)	Hudson Bay Co. e Falconbridge	Excursão C-33
19	Luckey Boy, Mani Manitoba	Sulfetos de Ni/Cu/ Zn	Ainda em Pesqui sa	Bird River Mi nes Co.	Excursão C-33
20	South Bay, Ontá rio	Sulfetos de Cu/Zn	Céu Aberto	Calmor Iron Bay Mines LTD.	Excursão C-33
21	Griffith, Bruce Lake, Ontário	Ferro	Céu Aberto	Calmor Iron Bay Mines LTD.	Excursão C-33
22	Chamber, Canyon MT., Oregon	Cromita	Céu Aberto (Para da)	Chamber Mines Co.	Penrose Conference

Q U A D R O 2

(continuação)

RESUMO DOS DEPÓSITOS ECONÔMICOS VISITADOS

ITEM	MINA	DEPÓSITO	TIPO DE MINERAÇÃO	COMPANHIA	OBSERVAÇÕES
23	Seiad, Califórnia	Cromita	Abandonada	-	Penrose Conference
24	Gem Park, Colorado	Vermiculita	Abandonada	-	Penrose Conference

PARTICIPANTES DA EXCURSÃO A-31

(PRÉ-CONGRESSO INTERNACIONAL DO CANADÁ)

01. Dr. E.W. DECHOW
AUSTRÁLIA
02. Dr. G. GAAL
MATINKYLA, FINLAND
03. Dr. R.L. BROWN
CANADA
04. Dr. D.J. BARR
AUSTRÁLIA
05. Dr. D.R. REID
Regional Exploration Superintend - Leonora
WESTERN MINING CORPORATION LIMITED
GWALIA, AUSTRÁLIA
06. Dr. J.J. COLLINS
Director of Exploration
AMERICAN SMELTING AND REFINING COMPANY
NEW YORK, U.S.A.
07. Dr. J. BOULADON
Bureau de Recherches Géologiques et Minières
PARIS, FRANCE

08. Dr. D. RUSSELL HUDSON
C.S.I.R.O. - Division of Mineralogy
WESTERN AUSTRÁLIA

09. Dr. H.J. HODGE
CANADÁ

10. Dr. F.D. HORSCROFT
RODÉSIA

11. Dr. GENE E. TOLBERT
TERRASERVICE
RIO DE JANEIRO, BRASIL

12. Dr. EVARISTO R. FILHO
Instituto de Geociências
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SÃO PAULO, BRASIL

13. Dr. J.G. STONE
Assistant Chief Geologist
THE HANNA MINING COMPANY
OHIO, U.S.A.

14. Sr. H.K.P. YAWNGHWE
Senior Exploration Geologist
MATTAGAMI LAKE MINES LIMITED
Exploration Division
TORONTO, CANADÁ

15. Dr. S.G. HUASMANN
ÁFRICA DO SUL

16. Dr. B. PACKHAM
ÁFRICA DO SUL

17. Sr. J.L.C. JONES
AUSTRÁLIA

18. Sr. B.F.C. JONES
AUSTRÁLIA

19. Dr. K.L. BURNS
Mineral Physics
C.S.I.R.O.
WESTERN AUSTRÁLIA

20. Sr. G.B. GILCHRIST
CANADA

21. Sr. R.M. GRAY
Vice-President Marketing
HEATH AND SHERWOOD DRILLING LIMITED
TORONTO, CANADA

GUIAS

22. Dr. C. KEITH BELL
Geological Survey of Canadá
Department of Energy, Mines and Resources
OTTAWA, ONTARIO, CANADA



23. Sr. D.A. CRANSTONE
Mineral Resources Branch
Department of Energy, Mines and Resources
OTTAWA, ONTARIO, CANADA

24. Dr. C.J.A. COATS
Falconbridge Nickel Mines, Ltd.
WINNIPEG, MANITOBA, CANADA

25. T.T. QUIRCKE, JR.
The International Nickel Company of Canada Ltd.
THOMPSON, MANITOBA, CANADA

PARTICIPANTES DA EXCURSÃO C-33

(PÓS-CONGRESSO INTERNACIONAL DO CANADÁ)

01. Mr. ROBERT W. SHEWMAN
6 Park Vista, Aptº 909
TORONTO 374, ONTARIO, CANADA

02. Mr. J.C. LINDE
Assistant Geologist
Johannesburg Cons. Investment Co. Ltd.
P.O. Box 231
JOHANNESBURG, SOUTH AFRICA

03. Dr. W. THURTON
U.S. Geological Survey
Washington, D.C. 20242, U.S.A.

04. Dr. E.A. ALEXANDROV
Associate Professor
Queen's College, Dept. of Geology
Ilushing, NEW YORK, 11367 - U.S.A.

05. Mr. PETER H. GRINLEY
Brinex
1 Westmount Square
MONTREAL, P.Q., CANADA

06. Mr. MAURICE A. BESSON
École des Mines



60 Boulevard Saint-Michel
PARIS VI^e, FRANCE

07. Mr. P. POTAPOFF
11 Ially Lane
WILLOWDALE, ONTARIO

08. Dr. S.L. BUGAISA
Ministry of Commerce and Industries
P.O. Box 903
DODOMA, TANZANIA

09. Mr. R. HUZZEY
Brandon University
BRANDON, MANITOBA, CANADA

10. Prof. R.A. BINNS
Department of Geology
University of Western Australia
Neollauds W.A. 6009, AUSTRALIA

11. MELLE MADELEINE LAUCAGNE
54, rue de la Convention - PARIS
75015 - FRANCE

12. Dr. E.H. DAHLBERG
Suriname Government Geological and Mining Service
PARAMARIBO - SURINAME



GUIAS

13. H.D.B. WILSON

Department of Earth Sciences

The University of Manitoba - Winnipeg

MANITOBA, CANADA

14. W.C. BRISBIN

Department of Earth Sciences

The University of Manitoba - Winnipeg

MANITOBA, CANADA

15. W.D. McRITCHIE

Manitoba Department of Mines, Resources and
Environmental Management

MANITOBA, CANADA



PARTICIPANTES DO PENROSE FIELD CONFERENCE

Dr. H. G. AVÉ LALLEMANT
Department of Geology
Rice University
Houston, TX 77001 - U.S.A.

Dr. E. H. BAILEY
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Road
Menlo Park, CA 94025 - U.S.A.

Dr. Cecilia Martin BELLIZZIA
Dirección de Geología
Ministerio des Minas e Hidrocarburos
Torre Norte, piso 19
Caracas, Venezuela

Dr. Alfredo BEZZI
Istituto di Petrografia
Universita di Genova
Via L.B. Alberti, 4
16132 Genova, Italy

Dr. Wilfred B. BRYAN
Woods Hole Oceanographic Institute
Woods Hole, MA 02543 - U.S.A



Prof. Neville L. CARTER
Dept. of Earth & Space Sciences
State University of New York
Stony Brook, Long Island, NY 11790 - U.S.A.

Dr. William CHURCH
Department of Geology
University of Western Ontario
London 72, Ontario
Canada

Dr. R. G. COLEMAN
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Road
Menlo Park, CA 94025 - U.S.A.

Prof. G. A. DAVIS
Department of Geology
University of Southern California
Los Angeles, CA 90007 - U.S.A.

Dr. John DEWEY
Department of Earth Science
State University of New York
135 Western Avenue
Albany, NY 12203 - U.S.A.



Mr. Henry DICK
Dept. of Geology & Geophysics
Yale University
Box 2161, Yale Station
New Haven, CT 06520 - U.S.A.

Dr. Volker DIETRICH
Department of Earth Science
State University of New York
135 Western Avenue
Albany, NY 12203 - U.S.A.

Mr. Michael A. DUNGAN
Dept. of Geological Sciences
University of Washington
Seattle, WA 98195 - U.S.A.

Prof. W. G. ERNST
Department of Geology
University of California
Los Angeles, CA 90024 - U.S.A.

Mr. Chris FRANO
Geology Department
University of California
Santa Barbara, CA 93106 - U.S.A.

Prof. Frederick A. FREY
Dept. of Earth & Planetary Sciences
Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, MA 02139 - U.S.A.



Dr. Harry W. GREEN II
Department of Geology
University of California
Davis, CA 95616 - U.S.A.

Prof. H. J. GREENWOOD
Department of Geology
The University of British Columbia
Vancouver 8, Canada

Dr. Jean-Hugues GUILLON
Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer
24, Rue Bayard
Paris (8^o), France

Prof. Norman HERZ
Department of Geology
University of Georgia
Athens, GA 30601 - U.S.A.

Dr. G. R. HIMMELBERG
Department of Geology
University of Missouri
Columbia, MO 65201 - U.S.A.

Dr. D. R. HUDSON
OSIRO
Division of Mineralogy
Private Bag, P.O.
Wembley, W.A., Australia



Dr. T. N. IRVINE
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa 4, Ontario, Canada

Mr. Porter IRWIN
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Road
Menlo Park, CA 94025 - U.S.A.

Dr. E. D. JACKSON
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Road
Menlo Park, CA 94025 - U.S.A.

Prof. Robert KAY
Lamont-Doherty Geological Observatory
Columbia University
Palisades, NY 10964 - U.S.A.

Prof. M. Allan KAYS
Department of Geology
University of Oregon
Eugene, OR 97403 - U.S.A.

Dr. Marvin LANPHERE
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Road
Menlo Park, CA 94025 - U.S.A.



Prof. R. LAURENT
Departement de Geologie
Universite Laval
Quebec 10e, Canada

Mrs. Nancy LINDSLEY-GRIFFIN
136 S.W. Ninth Street, 5
Corvallis, OR 97330 - U.S.A.

Mr. Alvis L. LISENBEE
Department of Geosciences
The Pennsylvania State University
University Park, PA 16802 - U.S.A.

Dr. R. A. LONEY
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Road
Menlo Park, CA 94025 - U.S.A.

Dr. Timothy P. LOOMIS
Dept. of Geology & Geophysics
Yale University
Box 2161, Yale Station
New Have, CT 06520 - U.S.A.

Prof. H. LOUBAT
Department of Geology
Lakehead University
Postal Station P
Thunder Bay, Ontario
Canada



Dr. L. G. MEDRARI, Jr.
Dept. of Geology & Geophysics
University of Wisconsin
Madison, WI 53706 - U.S.A.

Dr. J. W. H. MONGER
Geological Survey of Canada
100 West Pender Street
Vancouver, British Columbia
Canada

Dr. E. MOORES
Department of Geology
University of California
Davis, CA 95616 - U.S.A.

Dr. Benjamin MORGAN
U.S. Geological Survey
Washington, D.C. 20242 - U.S.A.

Dr. A. J. NALDRETT
Department of Geology
Mining Building
University of Toronto
Toronto 5, Ontario, Canada

Dr. E. NISBET
University of Cambridge
Cambridge, England



Dr. R. W. NESBITT
Department of Geology
University of Adelaide
Adelaide, Australia

Dr. A. NICOLAS
Laboratoire de Geologie
Universite de Nantes
38 Boulevard Michelet
Nantes, France

Dr. Giovanni B. PICCARDO
Istituto di Petrografia
Universita di Genova
Via L.B. Alberti, 4
16132 Genova, Italy

Mr. Len RAMP
Dept. of Geology & Mineral Industries
P. O. Box 417
Grants Pass, OR 97526 - U.S.A.

Dr. Edward SCHREIBER
Lamont-Doherty Geological Observatory
Columbia University
Palisades, NY 10964 - U.S.A.



Mr. R. F. Jon SCOATES
Geologic Division
Dept. of Mines & Natural Resources
900 Norquay Building
401 York Avenue
Winnipeg I, Canada

Prof. Emile DEN TEX
Geologisch en Mineralogisch Institut
Rijksuniversiteit
Garenmarkt 1b, Leiden
Nederland - U.S.A.

Dr. T. P. THAYER
U.S. Geological Survey
Washington, D. C. 20242 - U.S.A.

Dr. R. VARNE
Department of Geology
Tasmania University
Tasmania, Australia

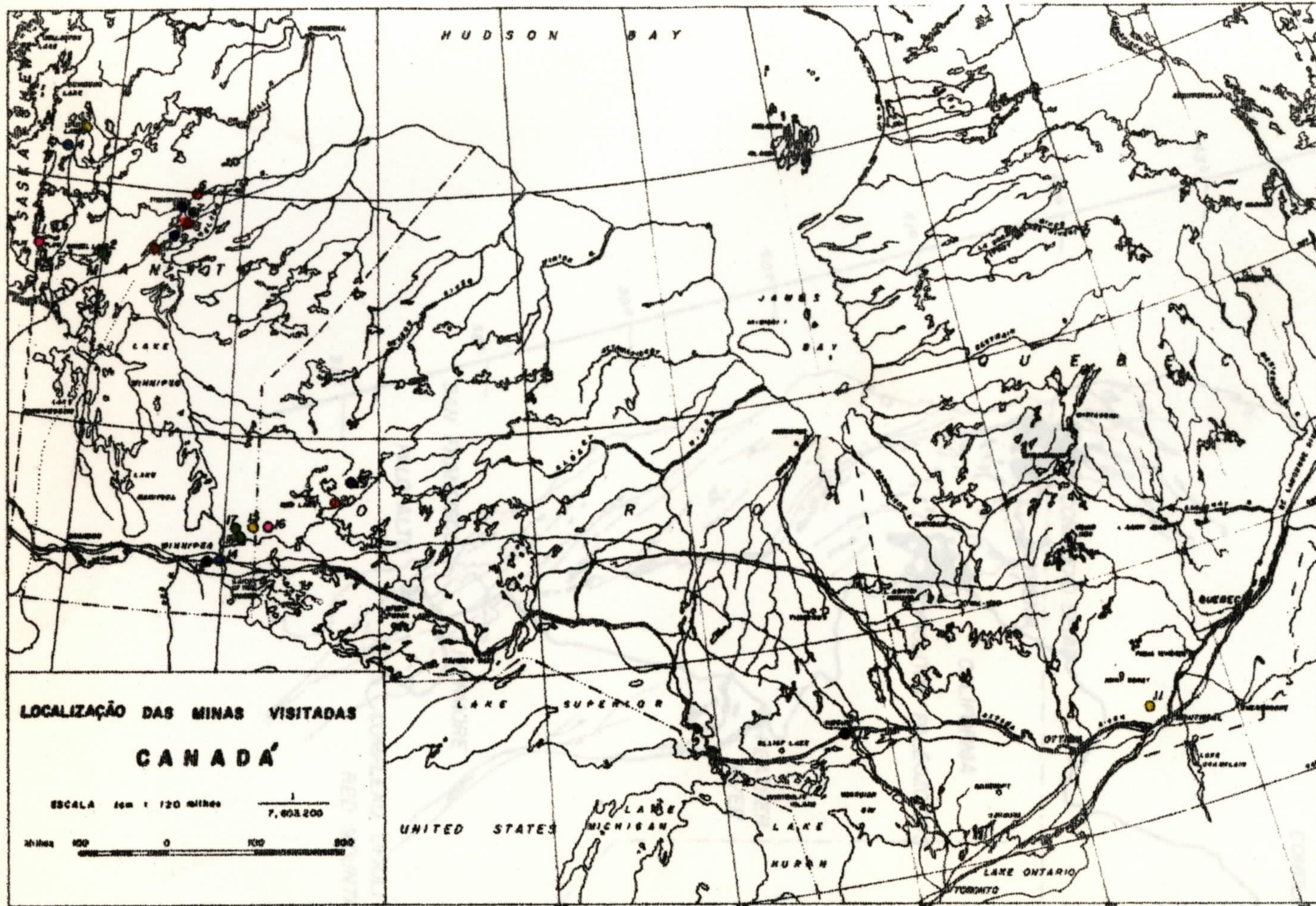
Dr. D. WENNER
Department of Geology
University of Georgia
Athens, GA 30601 - U.S.A.



Prof. Harold WILLIAMS
Department of Geology
Memorial University of Newfoundland
St. John's, Newfoundland
Canada

Mr. Robert L. WRIGHT
Department of Geology
University of British Columbia
Vancouver 8, British Columbia
Canada



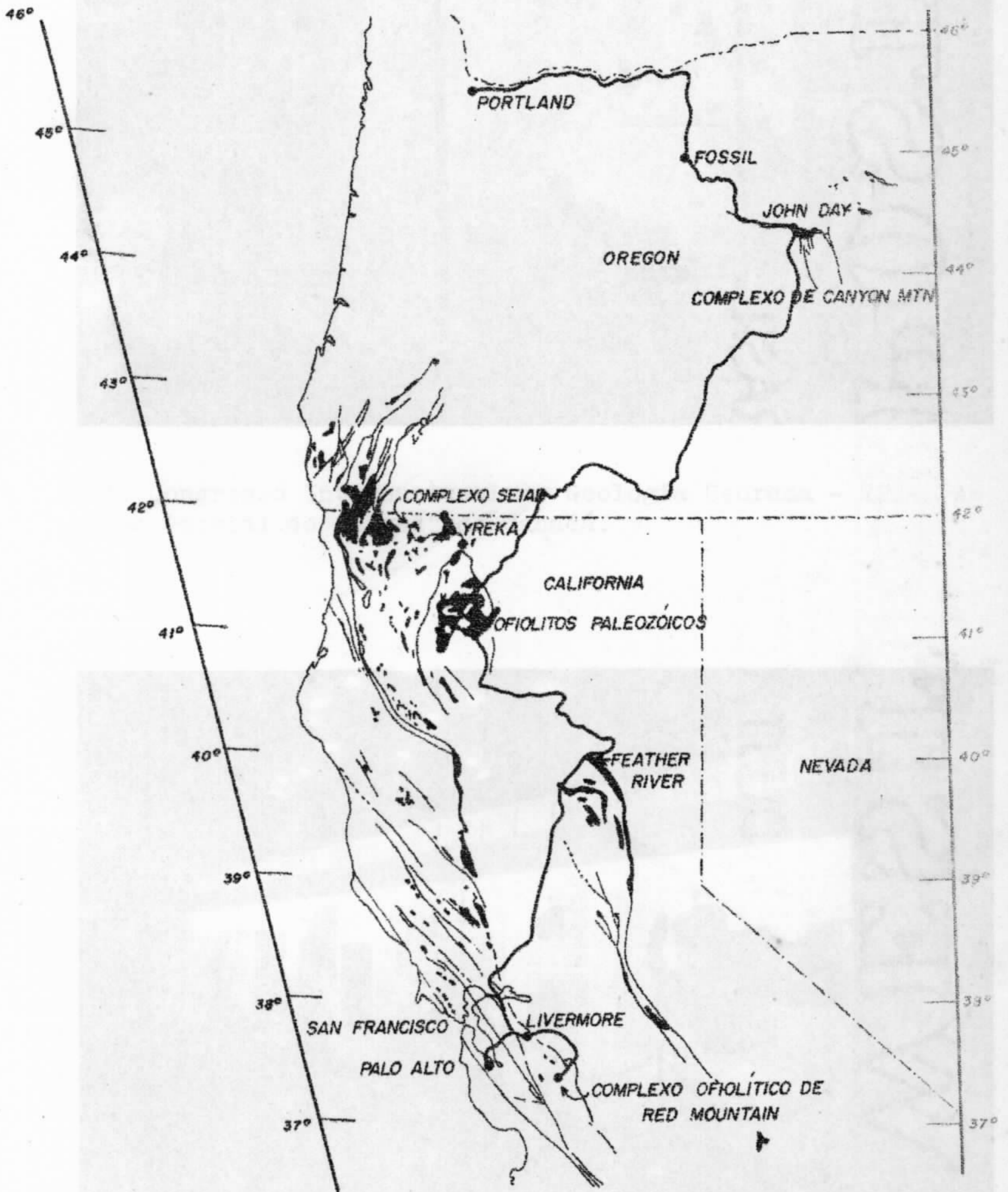


CONVENÇÕES

1	FLIN FLOM	- Cu, Zn, Au, Ag, Cs, Se, Fe
2	SNOW LAKE	- Cu, Zn, Pb, Ag, Au
3	LYNN LAKE	- Ni, Cu, Co
4	FOX	- Cu, Zn
5	THOMPSON	- Ni, Cu, S
6	NOAK	- Ni, Cu (Parolizado)
7	PIPE 2 e BIRCHTREE	- Ni, Cu
8	SOAB NORTH	- Ni, Cu (Parolizado)
9	MANBRIDGE	- Ni, Cu
10	WABOWDEN	- Ni, Cu
11	OKA	- Nb
12	COPPER CLIFF NORTH	- Ni, Cu, Pt, Pd, Rh, Ag, Au, Co, Se, Te, Fe, S
13	MILLIES QUARRY	- Coelénio
14	COLD SPRINGS	- Granite
15	FANCO	- Ta
16	DUMBARTON	- Ni, Cu (Em parolização)
17	BIRD RIVER	- Cromita (Parolizado)
18	"LUCKEY" 90V	- Ni, Co, Zn (Em pesquisa)
19	UCHI LAKE (SOUTH BAY)	- Cu, Zn, Ag
20	GRIFFIN	- Fe

Penrose Conference

Complexos Máficos/Ultramáficos visitados a roteiro percorrido.





XXIV Congresso Internacional de Geologia Georama - 72 - As
pecto Parcial do "Stand" do Canadá.



XXIV Congresso Internacional de Geologia Georama - 72 - As
pecto do "Stand" da Venezuela.



XXIV Congresso Internacional de Geologia Georama - 72 - , As
pecto do "Stand" do Brasil.



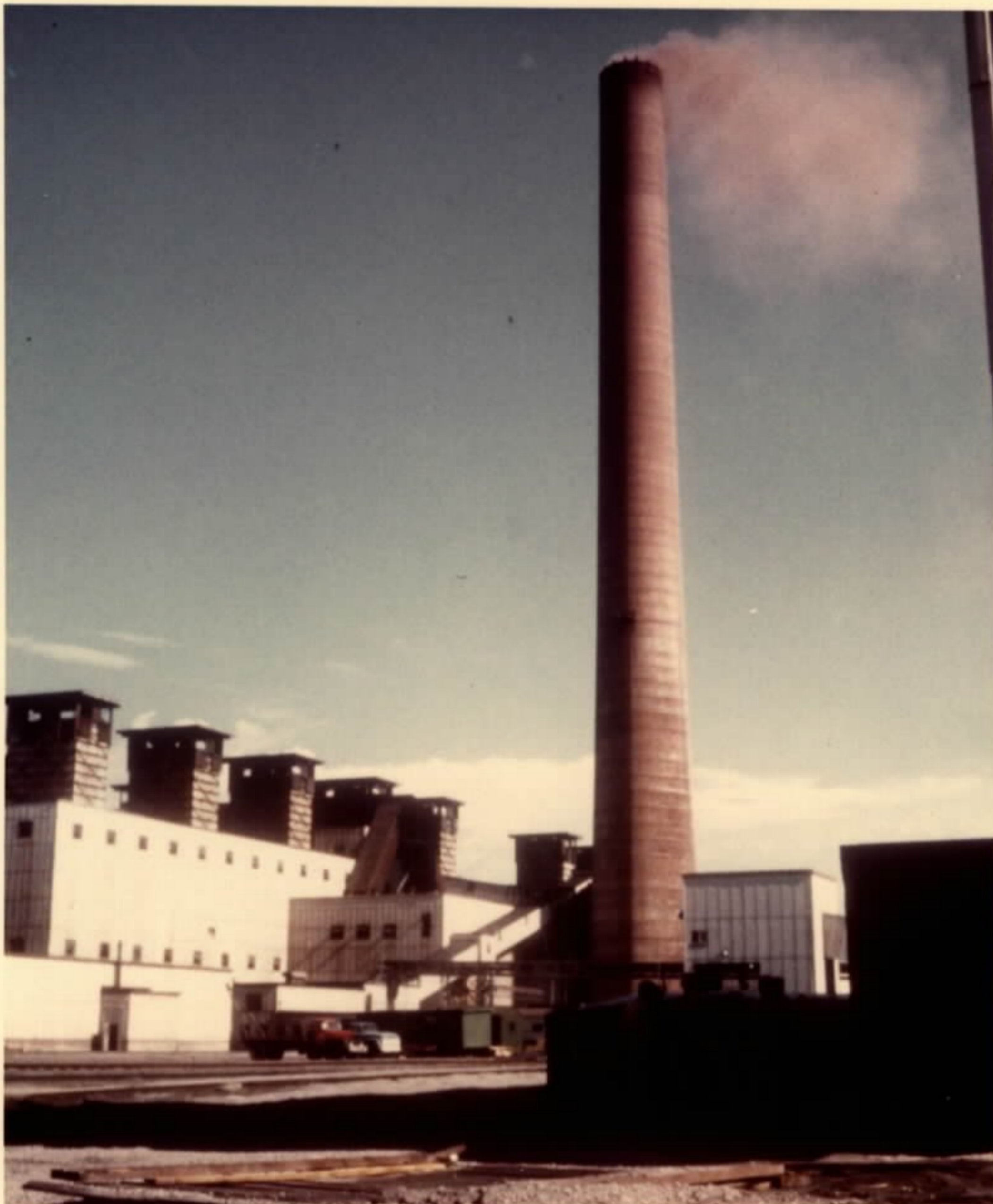
Aspecto da pedreira de Hunting Hill explorado pela Rockville Crushed Stone, Inc., Montgomery County, Maryland, U.S.A.



Aspecto das Instalações da Mina e Usina de Flin Flon, Manitoba, Canadá, vendo-se à direita, o "open pit" inicial, e, em vermelho, a torre do "shaft" principal.



Aspecto das instalações da INCO em Thompson, Manitoba, Ca
nadá, vendo-se, o edifício dos Escritórios Centrais.



Chaminé da Usina de
Beneficiamento da
INCO em Thompson,
Manitoba, Canadá.



Aspecto parcial do "open pit" da St. Lawrence Columbian and Metals Corporation em Oka, Quebec, Canadá.



Local da descoberta dos depósitos de sulfetos de Ni/Cu de Sudbury, Ontário, vendo-se, ao centro, o Dr. João Batista de Vasconcelos Dias, Chefe da ASSOP, e, à direita o Dr. Keith Diebel, Gerente da INCO.



Blocos de calcário creme, fossilífero, usado para ornamentação, explorado pela Gillies Quarry Limited Co. em Garson, Manitoba, Canadá.



Testemunhos de granito rosa explorado para ornamentação pela Cold Springs Granite Co. em Lac-Du-Bonnet, Manitoba, Canadá, vendo-se o Dr. E.A. Alexandrov, do Queen's College, N.Y., U.S.A.



Aspecto parcial do acampamento da Tamco Mines Co. em Bernic Lake, Manitoba, Canadá, vendo-se ao fundo o edifício do Restaurante.



Torre do "shaft" da Mina de Tantalita da Tamco Mines Co. em Bernic Lake, Manitoba, Canadá.



Torre do "shaft" e Escritórios da Cia. Faraday em Dumbarton,
Bird River, Manitoba, Canadá.



Instalações parciais da Mina de Zn/Cu UCHI, pertencente à
South Bay Mines Co., Ontário, Canadá.



Vulcão de Cinder Cone, Oregon, U.S.A., vendo-se em primeiro plano, a parede de lava expelida.



Depósitos de lavas, pômices, vidros etc do vulcão Newscrater, Oregon, U.S.A., vendo-se a Dra. Cecilia M. Bellizzia da Venezuela.



Depósitos de lavas, pômices, vidros etc do vulcão Newscra
ter, Oregon, U.S.A. Esse vulcão entrou em erupção pela ép
oca da descoberta da América.



Contato de vidro
vulcânico e pômice
do vulcão Newscra
ter, Oregon, U.S.A.



Vidro vulcânico ex-
pelido pelo vulcão
Newsrater, Oregon,
U.S.A.



Monte Shasta (vulcão), Califórnia, U.S.A.



Vulcão Lassen, Califórnia, vendo-se a frente por onde uma corrente de lava e lama arrasou a região de 1914 a 1917.



Interior da cratera do vulcão Lassen, Califórnia, U.S.A.



Fumarolas e depósitos de enxofre do vulcão Lassen, Califórnia, U.S.A.



**RELATÓRIO DE VIAGEM
AO CANADÁ E EE.UU.**

**Geólogo
Carlos Oití Berbert
julho/outubro - 1972**



**- CPRM -
Diretoria de Operações
Agência Goiânia**





VOLUME II

I - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
1. <u>PROVÍNCIA DE CHURCHILL</u>	2
1.1. <u>Subprovíncia de Flin Flon</u>	3
1.1.1. <u>Geologia Geral</u>	3
1.1.2. <u>Geologia Econômica</u>	5
<u>MINA DE FLIN FLON</u>	6
1.2. <u>Área de Lynn Lake-Southern Indian Lake</u>	7
1.2.1. <u>Geologia Geral</u>	7
1.2.2. <u>Geologia Econômica</u>	9
<u>MINA LYNN LAKE</u>	10
<u>MINA FOX</u>	11
1.3. <u>Subprovíncia de Wabowden</u>	12
<u>ÁREA DE THOMPSON</u>	12
1.3.1. <u>Geologia Geral</u>	12
1.3.2. <u>Geologia Econômica</u>	13
<u>MINA DE THOMPSON</u>	14
<u>MINA DE MOAK</u>	15
<u>MINA PIPE-2</u>	15
<u>MINA SOAB</u>	16
<u>MINA MANIBRIDGE</u>	17
2. <u>PROVÍNCIA SUPERIOR OCIDENTAL</u>	18
2.1. <u>Bloco Kenora</u>	21

PHL - Tombo 011788⁽²⁾ - v. 2

2.2.	<u>Bloco English River</u>	22
2.2.1.	<u>Geologia Geral</u>	22
2.2.2.	<u>Geologia Econômica</u>	23
	<u>MINA DE BERNIC LAKE</u>	23
	<u>MINA DE DUMBARTON</u>	25
	<u>OCORRÊNCIA DE CROMITA DE BIRD RIVER</u>	26
	<u>OCORRÊNCIA DE Ni-Cu-Zn DE "LUCKEY"</u>	
	<u>BOY</u>	27
2.3.	<u>Bloco Red Lake</u>	28
2.3.1.	<u>Geologia Geral</u>	28
2.3.2.	<u>Geologia Econômica</u>	29
	<u>MINA DE SOUTH BAY</u>	29
	<u>MINA DE GRIFFITH</u>	30
	<u>CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEPÓSITOS MI</u>	
	<u>NERAIS</u>	31
	<u>PROVÍNCIA SOUTHERN</u>	32
3.1.	<u>Geologia Geral</u>	32
3.2.	<u>Geologia Econômica</u>	35
	<u>MINAS DE COPPER CLIFF NORTH E CLARABELLE</u> ..	37
	<u>PROVÍNCIA GRENVILLE</u>	39
4.1.	<u>Geologia Geral</u>	39
4.2.	<u>Geologia Econômica</u>	39
	<u>MINA DE OKA</u>	40
	<u>ANALOGIA ENTRE OS DEPÓSITOS MINERAIS</u> <u>PRECAMBRIA</u>	

NOS E OS ESTÁGIOS GEOSINCLINAIS 43

B. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

II - INTRODUÇÃO 44

1. HUNTING HILL QUARRY 45

1.1. Geologia Geral 45

1.2. Geologia Econômica 46

2. OESTE DOS U.S.A. 48

2.1. Complexo de Canyon Mountain 49

2.1.1. Geologia Geral 49

2.1.2. Geologia Econômica 50

2.2. Complexo de Seiad 50

2.2.1. Geologia Geral 50

2.2.2. Geologia Econômica 52

2.3. Complexo de Callahan 52

2.3.1. Geologia Geral 52

2.3.2. Geologia Econômica 53

2.4. Complexo de Red Mountain 54

2.4.1. Geologia Geral 54

2.4.2. Geologia Econômica 54

2.5. Complexo de Burro Mountain 55

2.5.1. Geologia Geral 55

3.	COMPLEXOS ALCALINOS NO COLORADO, USA	58
3.1.	<u>McClure - Iron Mountain</u>	58
3.1.1.	<u>Geologia Geral</u>	58
3.1.2.	<u>Geologia Econômica</u>	60
3.2.	<u>Complexo de Gem Park</u>	60
3.2.1.	<u>Geologia Geral</u>	60
3.2.2.	<u>Geologia Econômica</u>	62

C. BRASIL

III -	<u>CONCLUSÕES</u>	64
IV -	<u>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</u>	70

V - ANEXOS

1. MAPAS GEOLÓGICOS
2. CROQUIS GEOLÓGICOS
3. PERFÍS GEOLÓGICOS
4. ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS



A. CANADÁ

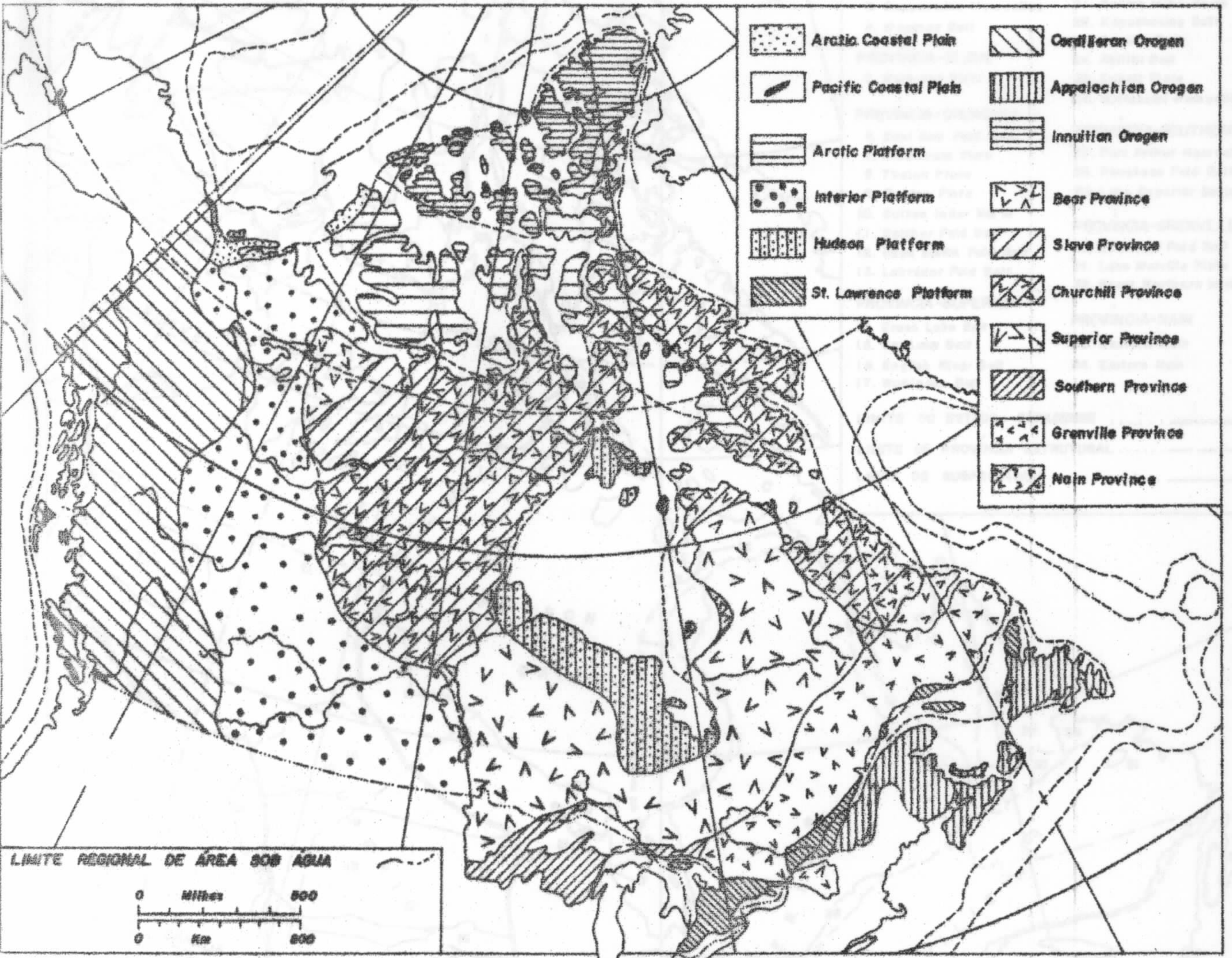
I - INTRODUÇÃO

Muito se tem falado, nos últimos dez anos, sobre o "Shield" ou Escudo Canadense, que se tornou quase legendário pelas suas reservas de sulfetos de Ni, Cu e Zn. Em nenhum ou tro país do mundo foram reveladas tantas anomalias geofísicas e tantas mineralizações, em tão pouco tempo, quanto no Arqueano do Canadá, que por isso mesmo se tornou modelo na procura de depósitos sulfetados.

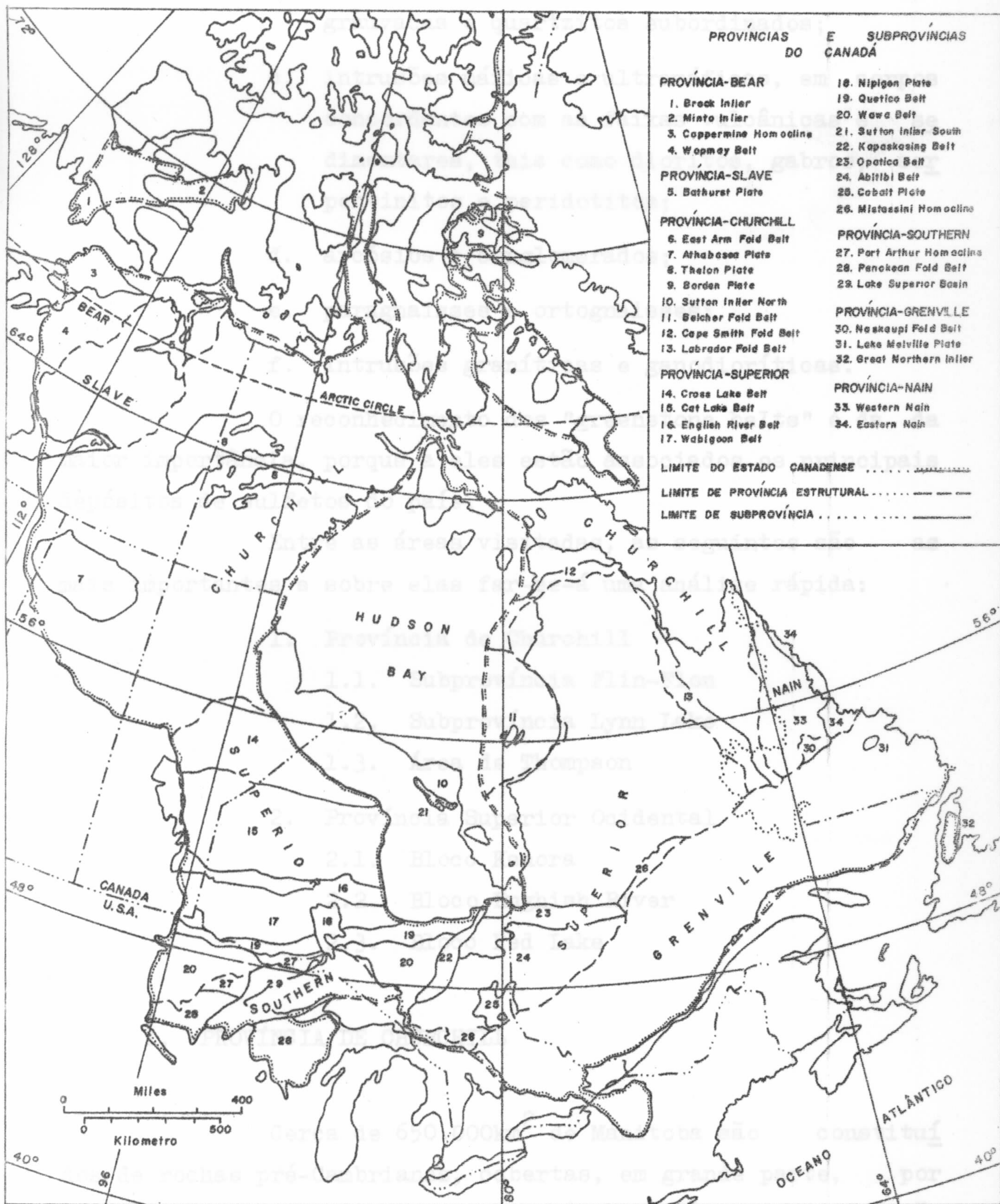
De um modo geral, o Escudo Canadense é dividido em Províncias com conotações geológicas, estruturais, tectônicas e/ou geocronológicas. Exemplos dessas províncias são a superior, Pikwitonei e Churchill, cada uma delas contendo conjunto de rochas, mais ou menos metamorfizadas e "greenstone belts" de idades e características diversas. Essas províncias são subdivididas, ainda preliminarmente, em subprovíncias, como as de Flin-Flon, Lynn Lake e Wabowden, ou em blocos separados por grandes falhamentos, como os de Kenora, English River, Red Lake etc. Essas distinções são feitas, utilizando-se, além dos tipos de rochas, os tipos de anomalias geofísicas. Dentro das províncias, subprovíncias ou blocos são distintos os "greenstone belts", formados de metavulcânicas e metasedimentos, como o Abitibi, Uchi e Keewatin. Idades de mais de 2.700 m.a. foram determinadas na província de Pikwitonei, considerada mais antiga do Escudo Canadense.

De uma maneira geral, o Arqueano do Canadá apresenta as seguintes rochas:

- a. hiperstênio granulitos e hiperstênio granitos;
- b. rochas vulcânicas intermediárias a básicas, consistindo de lavas, tufos e brechas, com



REGIÕES GEOLÓGICAS DO CANADÁ



AUTOR: C.H. STOCKWELL - COPIADO DE "GEOLOGY AND ECONOMIC MINERALS OF CANADA" ECONOMIC REPORT 1, GEOL. SURVEY OF CANADA, 1970, p. 46

grauvacas e quartzitos subordinados;

- c. intrusões máficas e ultramáficas, em corpos concordantes com as faixas vulcânicas e se dimentares, tais como dioritos, gabros, ser pentinitos e peridotitos;
- d. arcósios e conglomerados;
- e. paragnaisses e ortognaisses;
- f. intrusões graníticas e ganodioríticas.

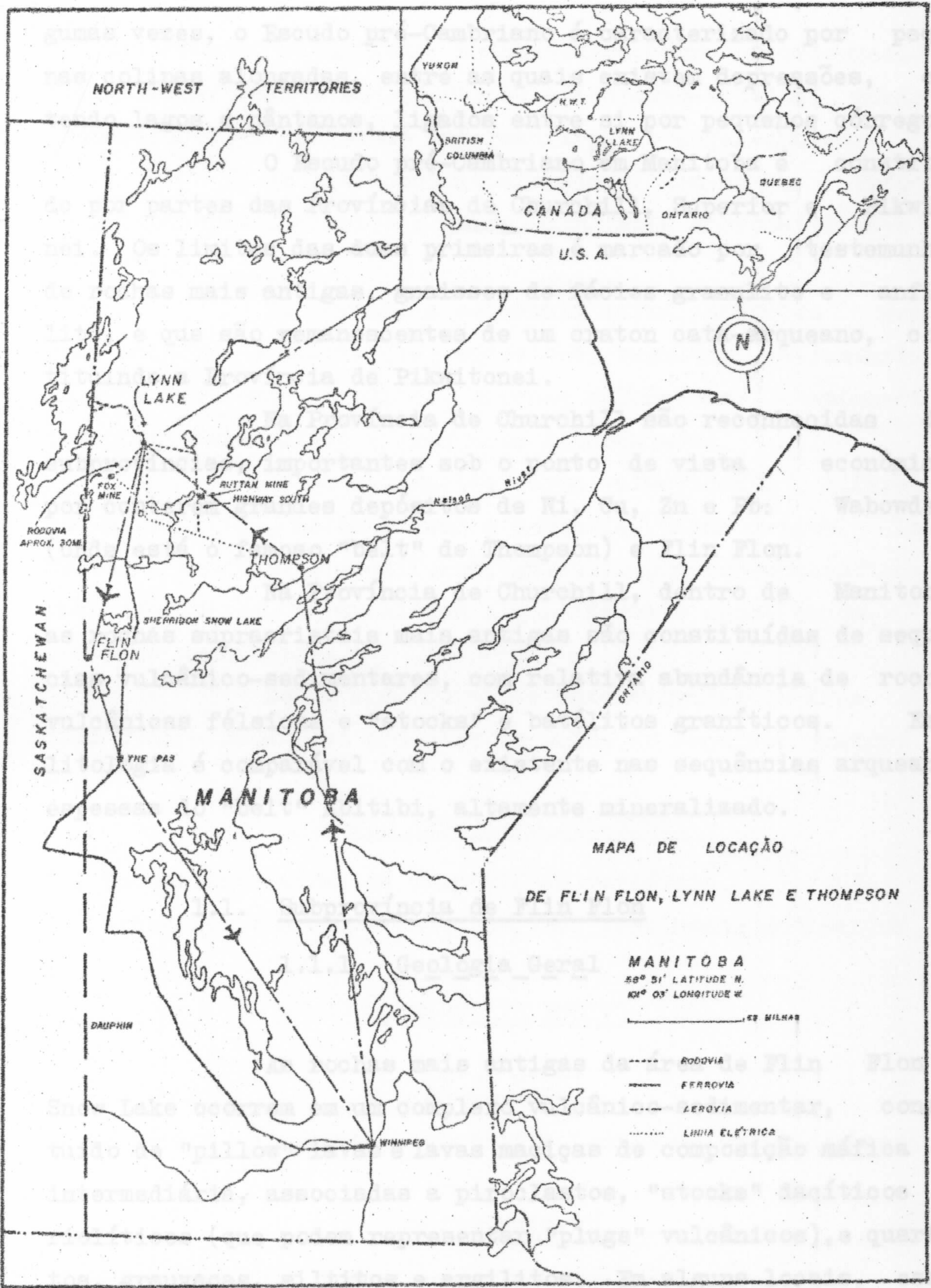
O reconhecimento dos "greenstone belts" é da maior importância, porque a eles estão associados os principais depósitos de sulfetos do país.

Entre as áreas visitadas, as seguintes são as mais importantes e sobre elas far-se-á uma análise rápida:

- 1. Província de Churchill
 - 1.1. Subprovíncia Flin-Flon
 - 1.2. Subprovíncia Lynn Lake
 - 1.3. Área de Thompson
- 2. Província Superior Ocidental
 - 2.1. Bloco Kenora
 - 2.2. Bloco English River
 - 2.3. Bloco Red Lake

1. PROVÍNCIA DE CHURCHILL

Cerca de 650.000km² de Manitoba são constituídos de rochas pré-Cambrianas, cobertas, em grande parte, por depósitos glaciais. Em muitos locais os afloramentos estão restritos, somente aos cursos d'água e às praias dos lagos. Al



OBS. MAPA DISTRIBUÍDO PELA SHERRITT GORDON MINES LTD. AOS PARTICIPANTES DA EXCURSÃO A-31, IRC, 1973

gumas vezes, o Escudo pré-Cambriano é caracterizado por pequenas colinas alongadas, entre as quais existem depressões, contendo lagos e pântanos, ligados entre si por pequenos córregos.

O Escudo pré-Cambriano em Manitoba é constituído por partes das Províncias de Churchill, Superior e Pikwitonei. Os limites das duas primeiras é marcado por testemunhos de rochas mais antigas, gnaisses de fácies granulito e anfibólito, e que são remanescentes de um craton cata-arqueano, constituindo a Província de Pikwitonei.

Na Província de Churchill são reconhecidas das subprovíncias, importantes sob o ponto de vista econômico, por conterem grandes depósitos de Ni, Cu, Zn e Pb: Wabowden, (onde está o famoso "belt" de Thompson) e Flin Flon.

Na Província de Churchill, dentro de Manitoba, as rochas supracristais mais antigas são constituídas de sequências vulcânico-sedimentares, com relativa abundância de rochas vulcânicas félsicas e "stocks" e batólitos graníticos. Essa litologia é comparável com o existente nas sequências arqueanas espessas do "belt" Abitibi, altamente mineralizado.

1.1. Subprovíncia de Flin Flon

1.1.1. Geologia Geral

As rochas mais antigas da área de Flin Flon - Snow Lake ocorrem em um complexo vulcânico-sedimentar, constituído de "pillow" lavas e lavas maciças de composição máfica intermediária, associadas a piroclastos, "stocks" dacíticos a riolíticos (que podem representar "plugs" vulcânicos), e quartzitos, grauvacas, siltitos e argilitos. Em alguns locais, essas rochas foram metamorfozadas a xistos e gnaisses estalíticos.

Posteriormente, as unidades sedimentares, por metassomatismo, foram transformadas em quartzo-plagioclásio-biotita gnaisses granadíferos, e as rochas intermediárias a augen-gnaisses.

As intrusões locais constituem-se de "stocks" de granodiorito, diorito e gabro, com fases anortosíticas e ultramáficas.

Recobrando a sequência acima, aparecem grauvacas, arcósios e quartzitos, andesitos, basaltos secundariamente, com "pillows", riolitos, brechas vulcânicas, aglomerados com chert feldspático e grauvacas intercaladas.

Estas sequências foram submetidas a diferenciação metamórfica, metamorfismo e anatexis, dando origem, localmente, a granitos granadíferos, gnaisses quartzo-monzoníticos e granodioríticos, paragnaisses migmatíticos e agmatíticos, e gnaisses granitóides.

De um modo geral, a estratigrafia da área de Flin Flon - Snow Lake pode ser resumida no seguinte quadro:

GRUPO INTRUSIVO PÓS-MISSI

8. Rochas intrusivas de composições variáveis.
7. Granodioritos e quartzo-dioritos, geralmente gnáissicos.

CONTATO INTRUSIVO

GRUPO MISSI

6. Arcósios, grauvacas, quartzitos, com conglomerados basais.

INCONFORMIDADE

GRUPO INTRUSIVO PÓS-AMISK

5. Gabro e diorito frequentemente com fases ultrabásicas, com pirrotita, calcopirita, esfalerita, e, secundariamente,

mumente diferenciados.

4. Granitos "quartzo-augen".

CONTATO INTRUSIVO

GRUPO AMISK

3. Argilitos, grauvacas, tufos. Turbiditos comuns.
2. Riolitos, dacitos, quartzo-pórfiros. Incluem tufos ácidos, silicosos e carbonáticos.
1. Rochas vulcânicas máficas e intermediárias e variedades fragmentadas. Incluem pequenas intrusões.

Determinações radiométricas K-Ar dessa área dão idades de 1.610 a 1.960 milhões de anos, correspondentes à de formação principal e metamorfismo da região. Determinações de rocha total Rb - Sr deram resultados de 2.521 milhões de anos para as metavulcânicas e 2.446 milhões de anos para os granitos.

1.1.2. Geologia Econômica

Desde 1930, quando a Companhia Hudson Bay Mining and Smelting iniciou operações na região, foram extraídos cerca de 61 milhões t de minério, de 9 depósitos de metais básicos do "greenstone belt" de Flin Flon - Snow Lake.

Os depósitos de Flin Flon têm um controle estratigráfico (Howkins e Martin, 1970), ocorrendo nos membros ácidos do Grupo Amisk, entre lavas básicas e/ou piroclastos. Cizalhamento e dobramento separaram os depósitos em lentes. As lineações são proeminentes e estas lentes são paralelas a elas, os depósitos constituindo-se de sulfetos finos (pirita ou pirrotita, com calcopirita, esfalerita, e, secundariamente,

galena, ouro e prata). Como resultado de recristalização em zonas onde o metamorfismo atinge o fácies almandina-esfalerita, os sulfetos maciços podem ter grã grossa.

MINA DE FLIN FLON

O depósito de Cu-Zn de Flin Flon foi descoberto em 1914, mas somente em 1927 foi formada a Hudson Bay Mining and Smelting Company, iniciando-se a produção em 1930.

As reservas originais eram estimadas em 18 milhões de toneladas com 1,71% Cu e 3,5% Zn. Até o final de 1970, haviam sido minerados 59 milhões de toneladas de minério com 2,2% Cu e 4,4% Zn.

A produção vem de dois "shafts" principais e os trabalhos, atualmente encontram-se a 1.125m da superfície.

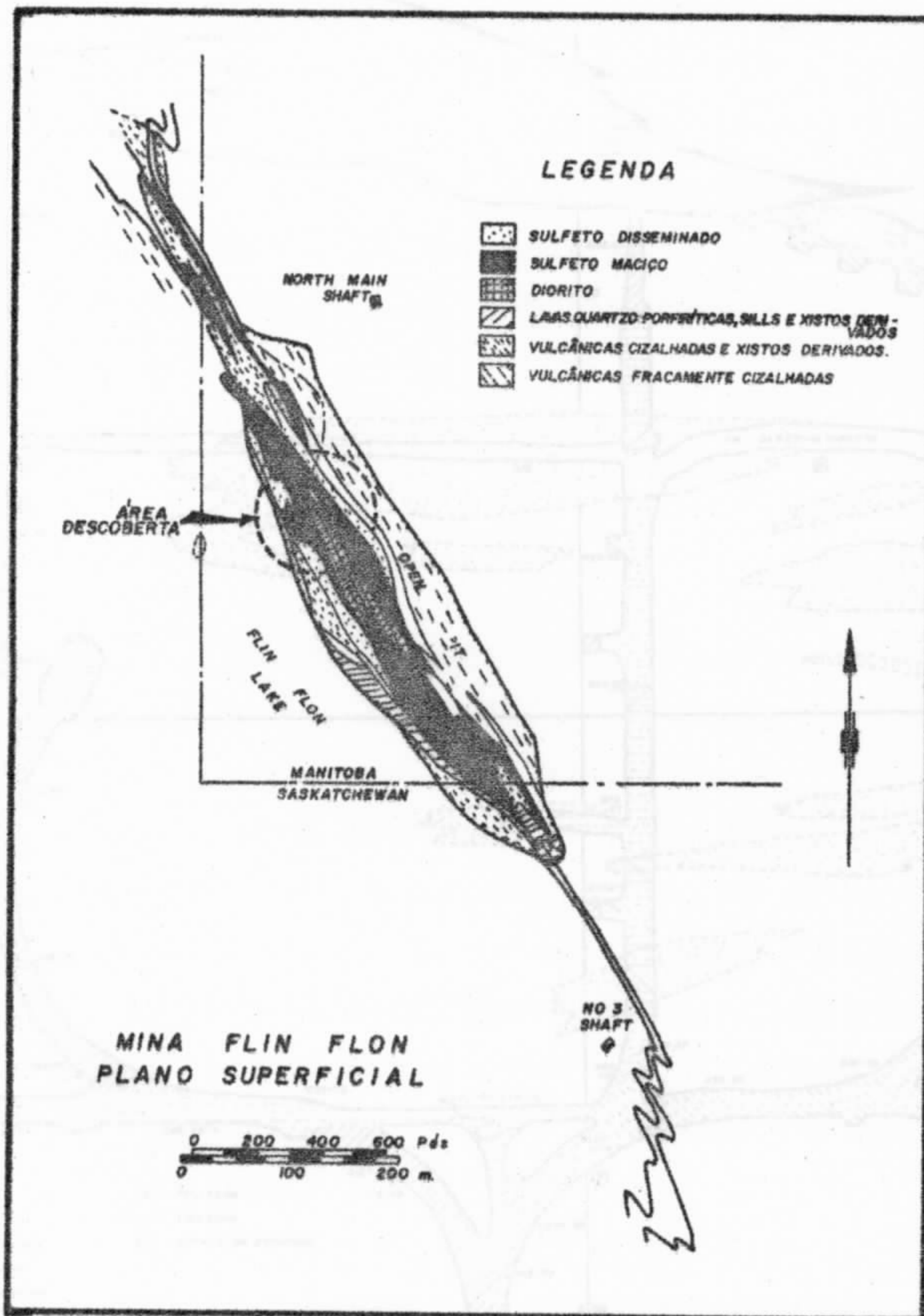
Além de Cu e Zn, são aproveitados outros metais como subproduto: Au, Ag, Cd, Se e Te.

O depósito consiste de 6 corpos lenticulares em uma zona de cisalhamento com 150m de largura e 600m de comprimento. Essas lentes têm, em média, 270m de comprimento, 21m de largura e 840m ao longo do mergulho, e estão encaixadas em um leito de quartzo pórfiro, que, por sua vez, está entre lavas andesíticas (no topo) e piroclastos (na base). Esse conjunto foi dobrado em anticlinal, com dobras secundárias. As lentes de minério ocorrem em um dos flancos e nas cristas dessas dobras menores.

Dois tipos de minério são reconhecidos:

- a. sulfeto sólido;
- b. sulfeto disseminado.

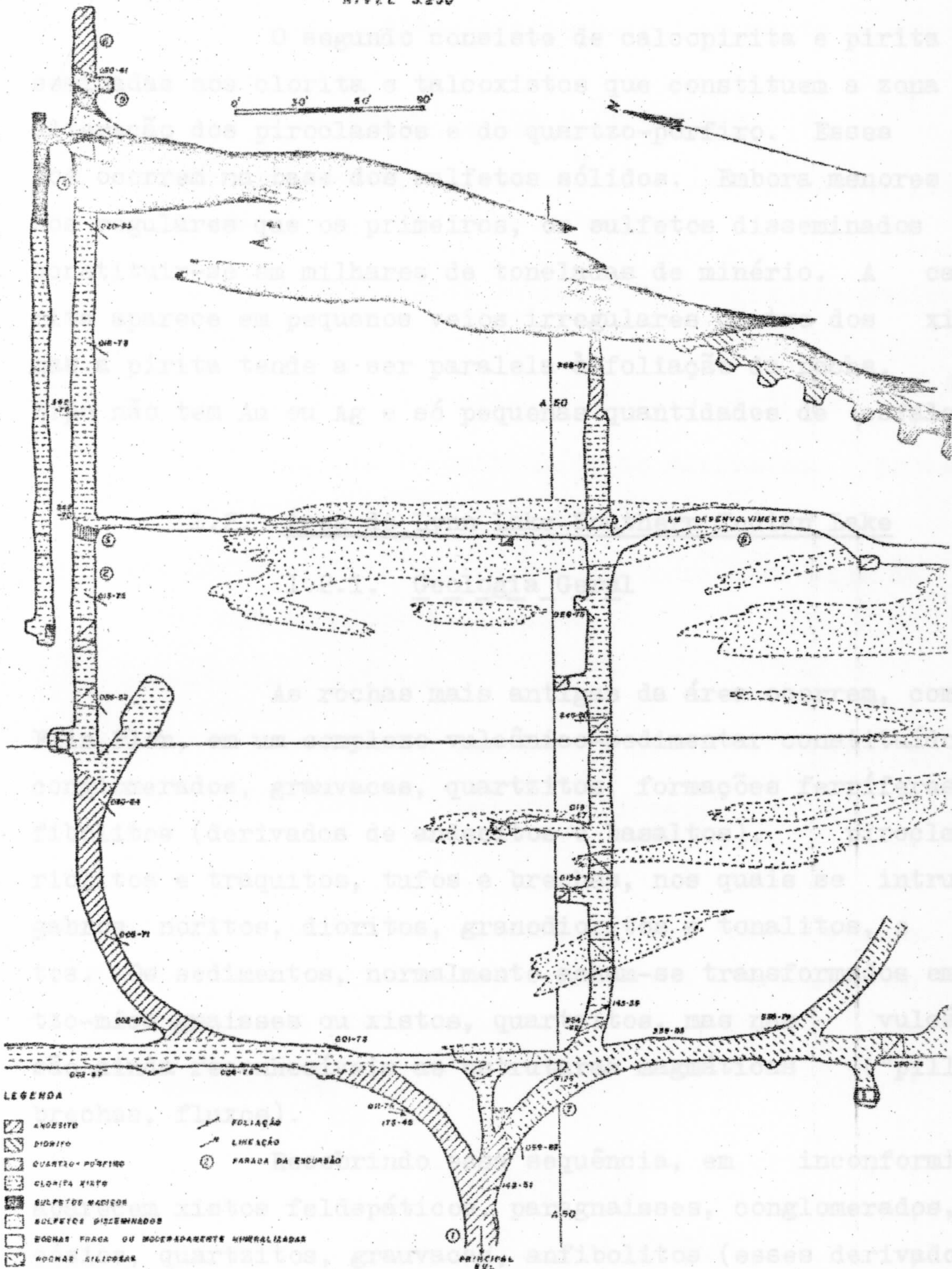
O primeiro constitui 70% do total e consiste de pirita fina, com quantidades variáveis de calcopirita e esfalerita, apresentando zoneamento vertical e horizontal. O teor de



OBS. RETIRADO DO BOL. DISTRIBUIDO AOS PARTICIPANTES DA EXCURSÃO A-31,160,1972, PG.30.

MINA FLIN FLON

NÍVEL 3250



OBS. MAPA DISTRIBUÍDO PELA HUDSON BAY MINING CO. AOS PARTICIPANTES DA EXCURSÃO A-31, 16 C, 1972

Cu e Zn aumenta com a profundidade, e Au e Ag podem ocorrer na associação.

O segundo consiste de calcopirita e pirita disseminadas nos clorita e talcoxistos que constituem a zona de alteração dos piroclastos e do quartzo-pórfito. Esses sulfetos ocorrem na base dos sulfetos sólidos. Embora menores e menos regulares que os primeiros, os sulfetos disseminados podem constituir-se em milhares de toneladas de minério. A calcopirita aparece em pequenos veios irregulares dentro dos xistos, mas a pirita tende a ser paralela à foliação da rocha. Esse tipo não tem Au ou Ag e só pequenas quantidades de esfalerita.

1.2. Área de Lynn Lake-Southern Indian Lake

1.2.1. Geologia Geral

As rochas mais antigas da área ocorrem, como em Flin Flon, em um complexo vulcânico-sedimentar constituído de conglomerados, grauvacas, quartzitos, formações ferríferas, anfibolitos (derivados de andesitos e basaltos), piroclastos, riolitos e traquitos, tufos e brechas, nos quais se intrudiram gabros, noritos, dioritos, granodioritos e tonalitos, e granitos. Os sedimentos, normalmente acham-se transformados em quartzo-mica gnaisses ou xistos, quartzitos, mas nas vulcânicas são ainda reconhecíveis as estruturas magmáticas ("pillows", brechas, fluxos).

Recobrando essa sequência, em inconformidade, aparecem xistos feldspáticos, paragnaisses, conglomerados, arcósios, quartzitos, grauvacas, anfibolitos (esses derivados de "pillow basaltos" nos quais foram intrusivos corpos de dioritos, tonalitos, granitos e granodioritos, pegmatitos e quartzo

pórfiros.

De um modo geral, a estratigrafia da área de Lynn Lake-Southern Indian Lake obedece o seguinte quadro:

GRUPO SICKLE E INTRUSIVAS

23. quartzo-biotita-hornblenda-plagioclásio gnaiss, localmente granadífero;
22. paragnaisse granitóide estratiforme e granito-gnaiss in diferenciado;
21. quartzo-pórfiros e quartzo-feldspato pórfiros;
20. bandas plagioclásio-anfibolíticas derivadas, provavelmen te, de leitos sedimentares calcíferos;
19. muscovita-biotita xistos feldspáticos derivados de arcó sios, com conglomerados locais;
18. pegmatitos e aplitos;
17. biotita e hornblenda granitos e granodioritos;
16. hornblenda-biotita tonalito silicoso;
15. dioritos;
14. arcósios, quartzitos, grauvacas, com conglomerados lo cais. Subordinadamente, anfibolitos (derivados de "pillow basaltos") e piroclastos;
13. conglomerados.

INCONFORMIDADE

INTRUSIVAS PÓS-WASEKWAN

12. biotita e hornblenda granito, maciço e gnáissico;
11. hornblenda-biotita granodioritos maciços a gnáissicos;

- dioritos e leucotanalitos secundariamente;
10. hornblenda-biotita diorito, quartzo diorito, rochas vulcânicas subsidiárias;
 09. gabros, noritos, hornblenditos, dioritos e algumas lavas maciças.

GRUPO WASEKWAN

08. formações ferríferas bandadas e ardósias;
07. tufos, aglomerados, brechas vulcânicas; alguns sedimentos intercalados;
06. riolitos e traquitos;
05. anfibolitos derivados de andesitos e basaltos; alguns piroclastos e traquitos;
04. quartzitos impuros predominantes, conglomerados e lavas intercaladas, piroclastos e grauvacas;
03. rochas sedimentares e/ou tufáceas intercaladas;
02. grauvacas, quartzitos, piroclastos indiferenciados, formações ferríferas subsidiárias;
01. conglomerados.

1.2.2. Geologia Econômica

A área de Lynn Lake-Southern Indian Lake apresenta, em seu "greenstone belt", mineralizações de Cu/Ni e Cu/Zn, relacionadas a intrusões de gabros e à sequência vulcânico-sedimentar. Dentre esses depósitos os mais importantes constituem as Minas de Lynn Lake e Fox, em exploração pela

Sherritt Gardon Mines Ltd.

MINA LYNN LAKE

O depósito de Ni/Cu de Lynn Lake foi descoberto em 1941 e o primeiro concentrado de Cu/Ni foi produzido em 1953.

Ao fim de 1970, as reservas estimadas eram da ordem de 12.600.000t com 0,77% Ni e 0,38% Cu.

Os depósitos de Lynn Lake constituem-se em 12 corpos, contidos em dois gabros intrusivos no Grupo Wasekwan: o Gabro Lynn Lake e o Gabro EL. O primeiro tem 3.600m de comprimento e 1.500m de largura maior, e é intrusivo em uma sequência de lavas máficas, intermediárias e ácidas, tufos, brechas e sedimentos do Grupo Wasekwan; o segundo tem 360m de diâmetro e está a 900m a SE do maior. Ambos são chamados gabros, mas, na realidade, contém, também diorito, anfibolito e norito. Algumas lentes de peridotito ocorrem próximo a eles.

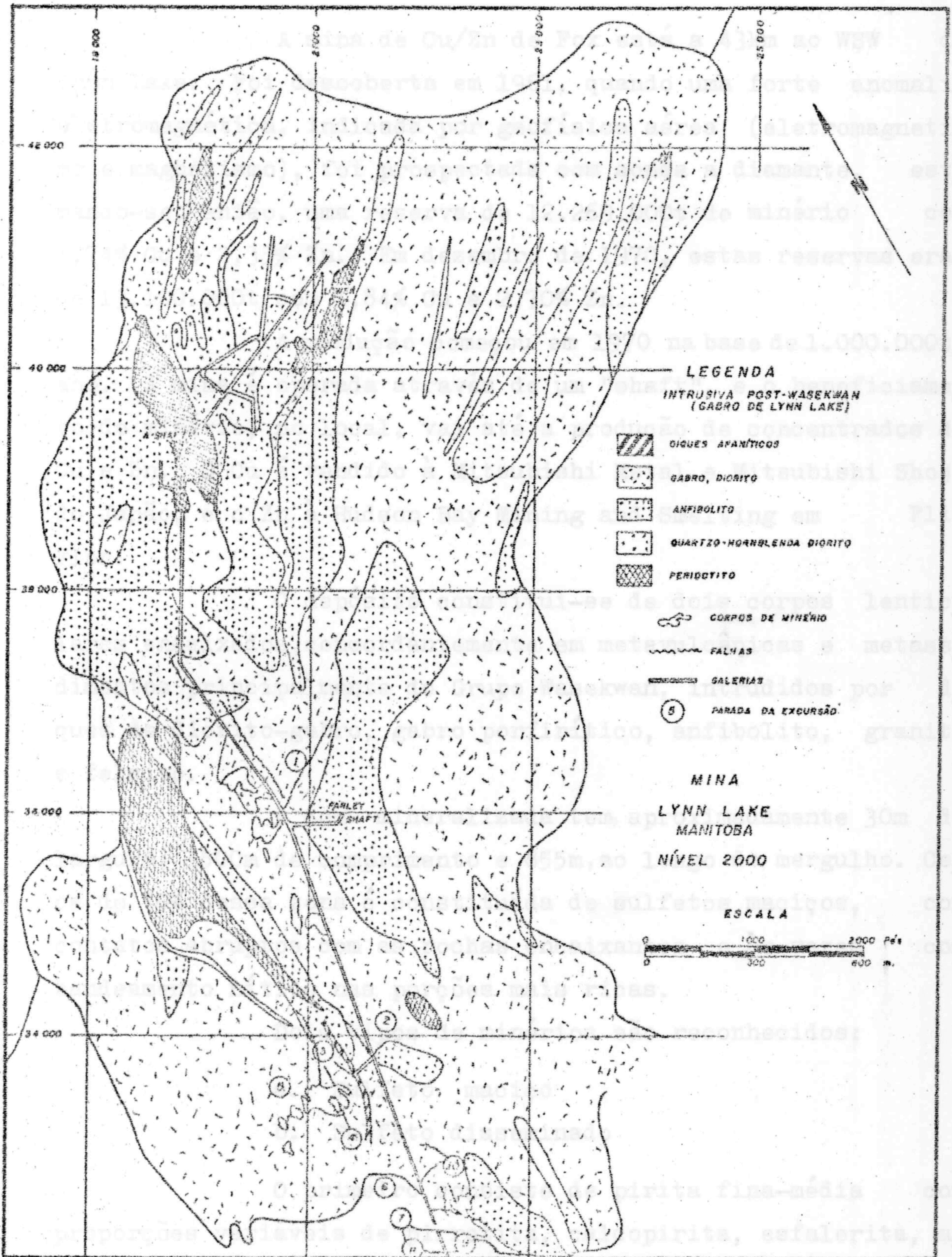
São reconhecidos, na área, três tipos de minério:

1. sulfeto maciço;
2. sulfeto disseminado;
3. minério brechado.

Os minerais de minério, em ordem decrescente de importância, são pirrotita, pentlandita, calcopirita, pirita, ocorrendo ainda cobalto, zinco e ouro. A pentlandita forma veios na pirrotita, e os sulfetos ocorrem em anfibolito, diorito, norito, quartzo-hornblenda diorito, peridotito.

A origem tem sido considerada hidrotermal, por alguns autores e por imiscibilidade de líquidos por outros (pelo menos para os sulfetos de Cu/Ni).

MINA FOX



MAPA OFERECIDO AOS PARTICIPANTES DA EXCURSÃO A-31, IGC, 1972, PELA HUDSON BAY MINING CO.

MINA FOX

A mina de Cu/Zn de Fox está a 43km ao WSW de Lynn Lake. Foi descoberta em 1961, quando uma forte anomalia eletromagnética, indicada por geofísica aérea (eletromagnetismo e magnetismo), foi prospectada com sonda a diamante, estimando-se, então, uma reserva de 12.269.000t de minério com 1,74% Cu e 2,35% Zn. Em dezembro de 1970, estas reservas eram de 13.100.000t com 1,84% Cu e 2,70% Zn.

A produção começou em 1970 na base de 1.000.000t/ano. A mina é operada através de um "shaft", e o beneficiamento do minério, no local, vai até a produção de concentrados de Cu e Zn. O Cu é vendido à Mitsubishi Metal e Mitsubishi Shoji do Japão, e o Zn à Hudson Bay Mining and Smelting em Flin Flon.

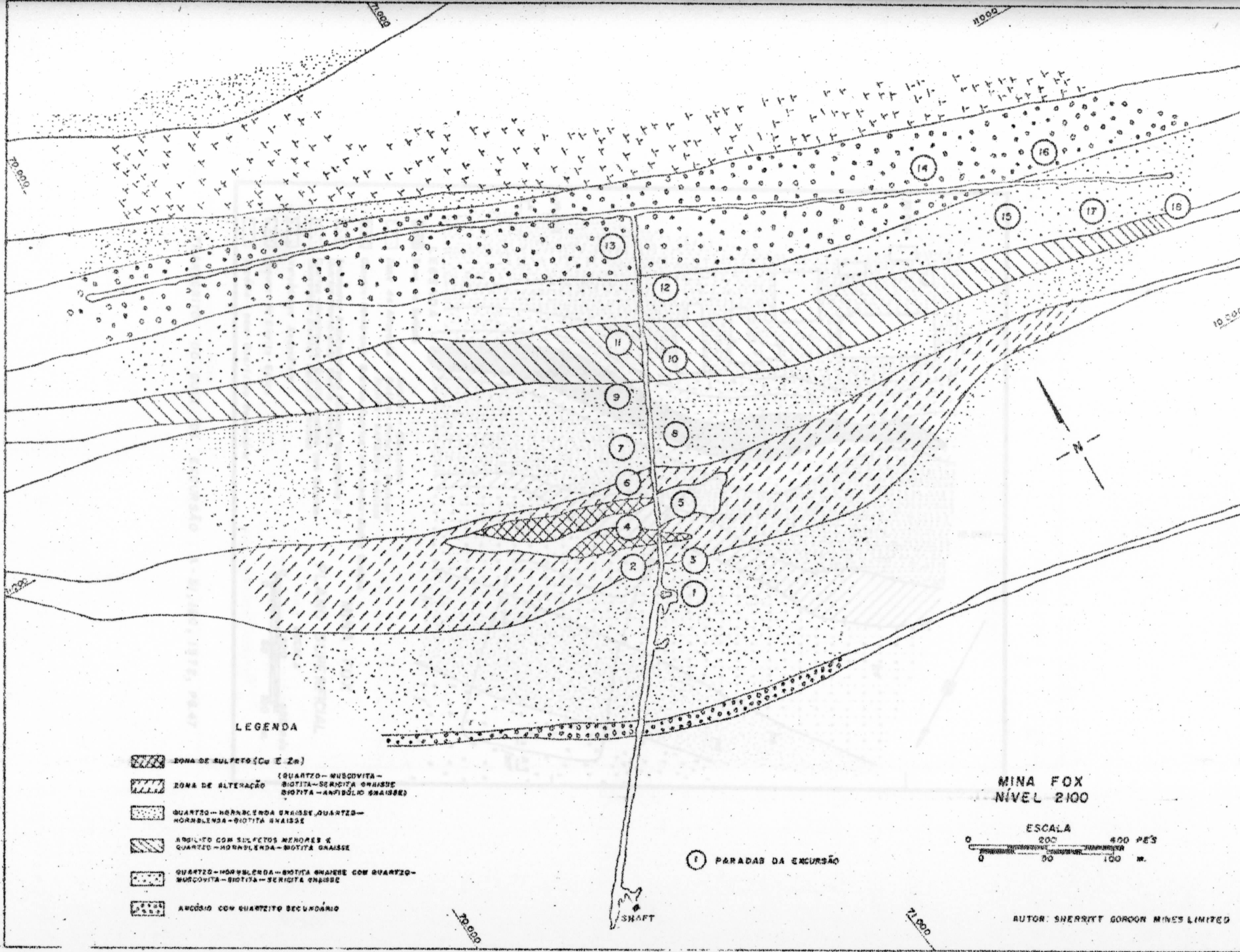
O depósito constitui-se de dois corpos lenticulares encaixados, concordantemente em metavulcânicas e metassedimentos principalmente do Grupo Wasekwan, intrudidos por diques de diorito-gabro, gabro porfirítico, anfibolito, granito e felsito.

A zona mineralizada tem, aproximadamente 30m de largura, 1500m de comprimento e 855m, ao longo do mergulho. Cerca de 70% dessa zona é constituída de sulfetos maciços, com contatos abruptos com as rochas encaixantes e às vezes com bandeamento nítido nas porções mais ricas.


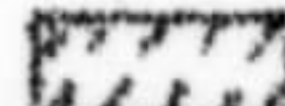
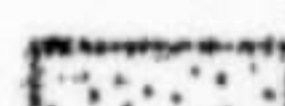

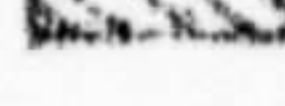
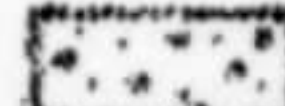
Dois tipos de minérios são reconhecidos:

- a. Sulfeto maciço
- b. Sulfeto disseminado

O primeiro consiste de pirita fina-média com proporções variáveis de pirrotita, calcopirita, esfalerita, arsenopirita intersticialmente a ganga quartzo-feldspática. Quando bandado, apresenta "leitões" sucessivos de esfalerita,

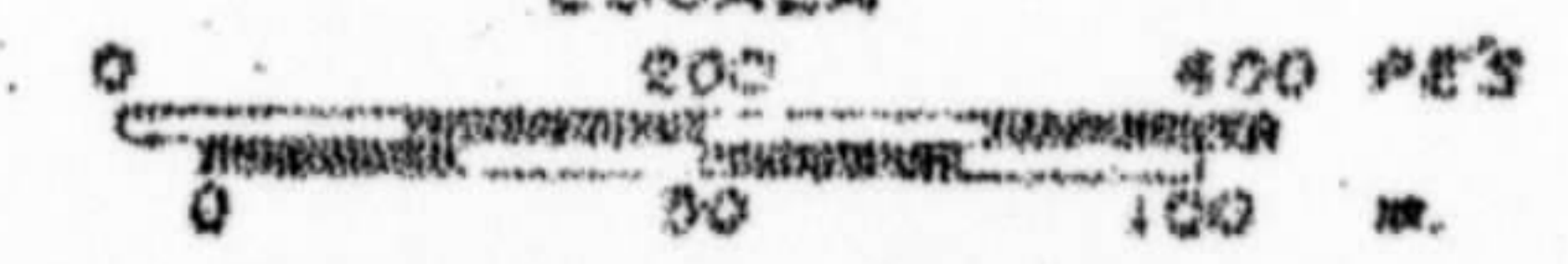


LEGENDA

-  ZONA DE SULFETO (Cu E Zn)
-  ZONA DE ALTERAÇÃO (QUARTZO - MUSCOVITA - BIOTITA - SERICITA GNÁISES BIOTITA - ANFIBÓLIO GNÁISES)
-  QUARTZO - HORNBLENDA GNÁISES, QUARTZO - HORNBLENDA - BIOTITA GNÁISES
-  ANFIBÓLIO COM SULFETOS MENORES E QUARTZO - HORNBLENDA - BIOTITA GNÁISES
-  QUARTZO - HORNBLENDA - BIOTITA GNÁISES COM QUARTZO - MUSCOVITA - BIOTITA - SERICITA GNÁISES
-  ANFIBÓLIO COM QUARTZITO SECUNDÁRIO

MINA FOX
NÍVEL 2100

ESCALA

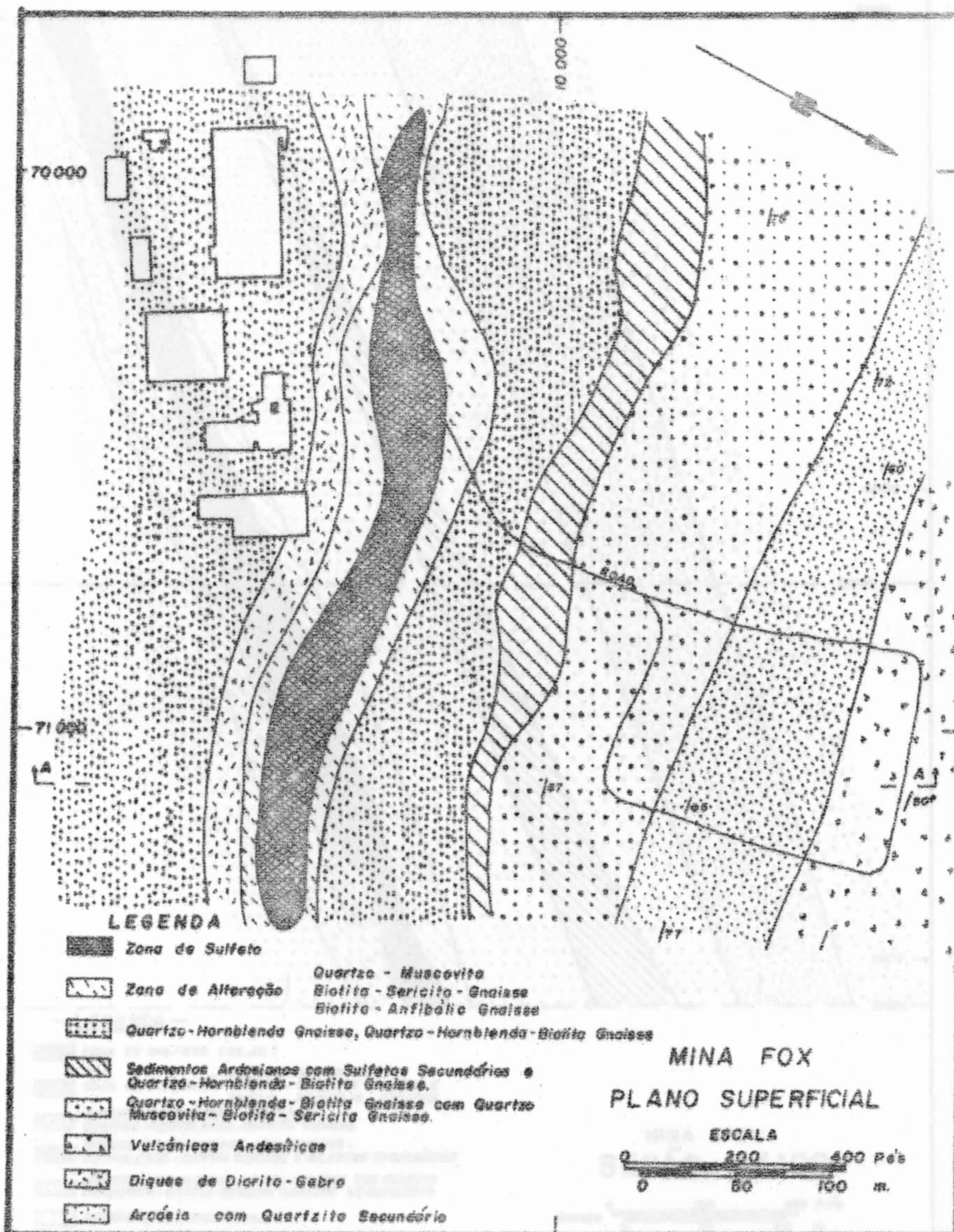


① PARADAS DA ENCURSAO

SHAFT

AUTOR: SHERRITT GORDON MINES LIMITED

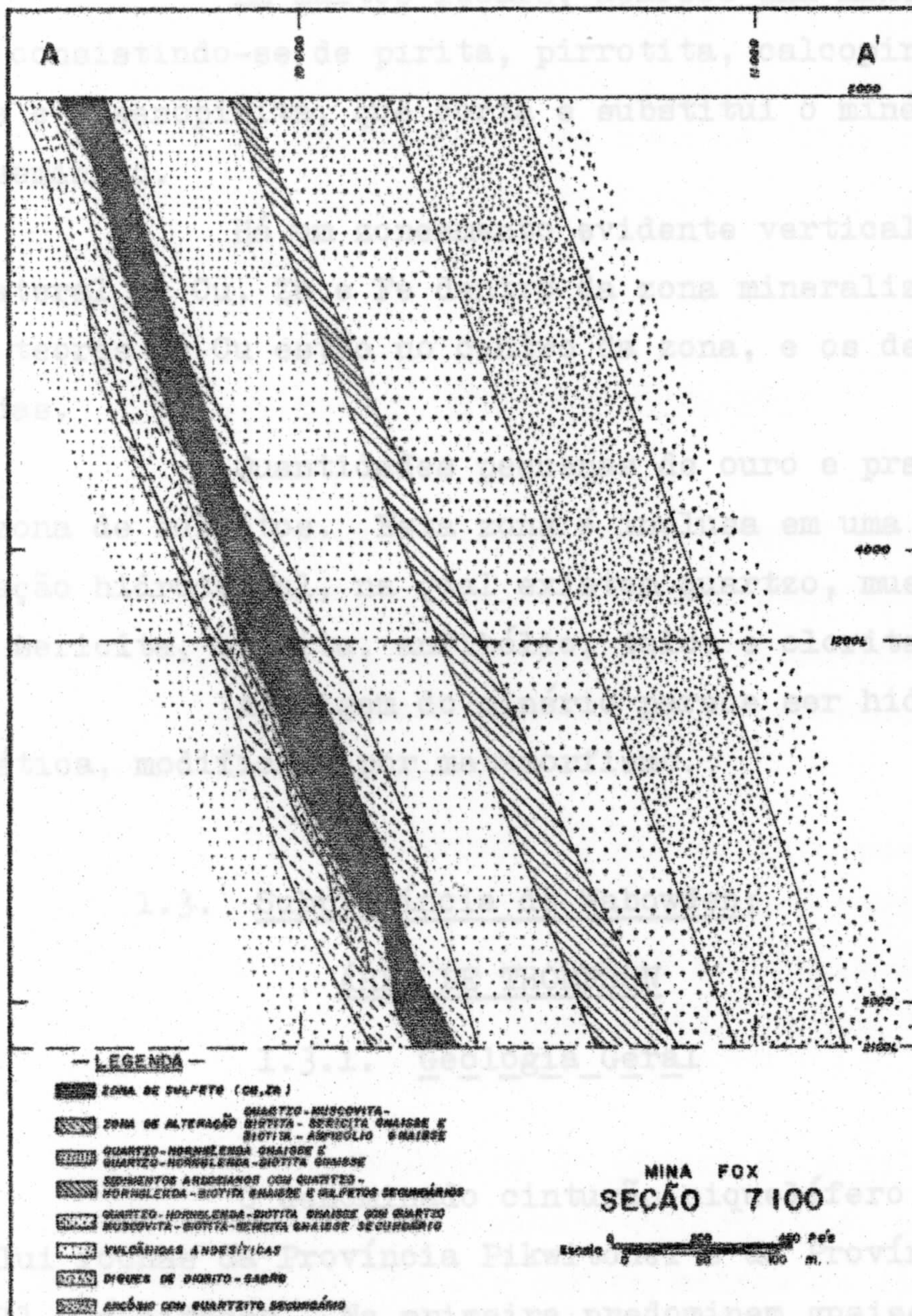




TRANSCRITO DO GUIA DA EXCURSÃO A-31, IGC, 1972, PG.47

irrita e pirrotita ou pirita, com silicatos.

O segundo contém os mesmos minerais, com maior proporção de silicatos, especialmente biotita, anfibólio, clozita, talco, sericita e muscovita.



Obs. RETIRADO DO BOL. DA EXCURSÃO A - 31, 196, 1972, PG. 48

hornblenda granulito e piroxênio granulito, hiperstênio granitoides (andesitos e charoquitos), granulitos máficos bandados. Na segunda prevalecem migmatitos, gnaisses granoblásticos, granulitos, anfibolitos, além de quartzitos feldspáticos, arcólio

pirita e pirrotita ou pirita, com silicatos.

O segundo contém os mesmos minerais, com maior proporção de silicatos, especialmente biotita, anfibólio, clo_rita, talco, sericita e muscovita.

Em muitos locais, aparece uma mineralização tardia consistindo-se de pirita, pirrotita, calcopirita, esfale_rita e arsenopirita, que corta e substitui o minério maciço e disseminado.

Há um zoneamento evidente vertical, horizontal e lateral de Cu, Zn e Fe dentro da zona mineralizada. Os maiores teores de Cu estão no centro da zona, e os de zinco nas bordas.

Quantidades pequenas de ouro e prata aparecem na zona de sulfetos. Esta zona é incluída em uma auréola de alteração hidrotermal, na qual existem quartzo, muscovita, alb_ita, sericita, biotita, anfibólio, talco e clorita.

A origem do minério parece ser hidrotermal epigenética, modificada por metamorfismo.

1.3. Subprovíncia de Wabowden;

ÁREA DE THOMPSON

1.3.1. Geologia Geral

O denominado cinturão níquelífero de Thompson inclui rochas da Província Pikwitonei e da Província Churchill, já citadas. Na primeira predominam gnaisses de fácies hornblenda granulito a piroxênio granulito, hiperstênio granitos (enderbitos e charnoquitos), granulitos máficos bandados. Na segunda prevalecem migmatitos, gnaisses granoblásticos, granulitos, anfibolitos, além de quartzitos feldspáticos, arcó

sios, escarnitos, rochas vulcânicas máficas, granodioritos, hornblenda-quartzo monzonitos, e rochas ultramáficas (serpentinito e peridotito).

As relações estruturais na área, bem como os limites entre as duas Províncias citadas são complexos e ainda não bem conhecidos. No entanto, a feição estrutural mais característica e importante é uma zona de falha na subprovíncia de Wabowden, com direção NE, ao longo da qual estão os depósitos de sulfetos.

1.3.2. Geologia Econômica

Todos os depósitos de níquel atualmente conhecidos na área de Thompson ocorrem em uma zona mais ou menos linear, a cerca de 5km do limite NW da subprovíncia.

De um modo geral, esses depósitos de níquel são agrupados em duas categorias:

a. Depósitos de pirrotita e pentlandita disseminadas, com pirita e calcopirita em menor quantidade, em rochas ultramáficas. Exemplos são os de Moak, Mystery Lake, parte da de Thompson, Pipe 2, Soab North, Bowden, Buchko e Mani bridge.

b. Depósitos de pirrotita-pentlandita maciças, com menor quantidade de pirita e calcopirita, com inclusões de rochas ultramáficas (de até vários metros de diâmetro). Esses corpos maciços ocorrem em gnaisses e sedimentos. Exemplos são os de Thompson, Birchtree e Soab South.

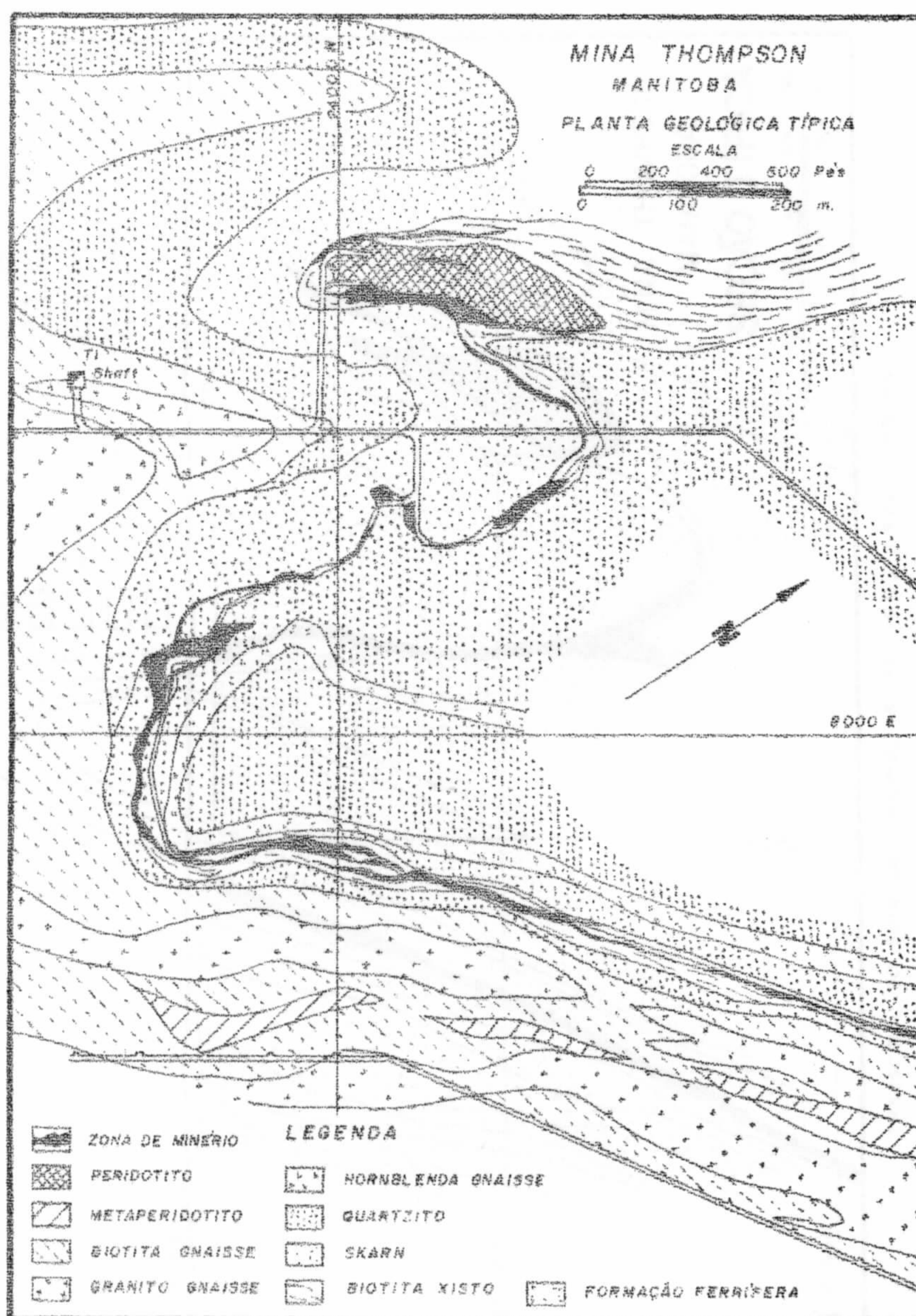
Parece haver uma relação muito estreita entre falhamentos-rochas ultramáficas-depósitos de níquel.

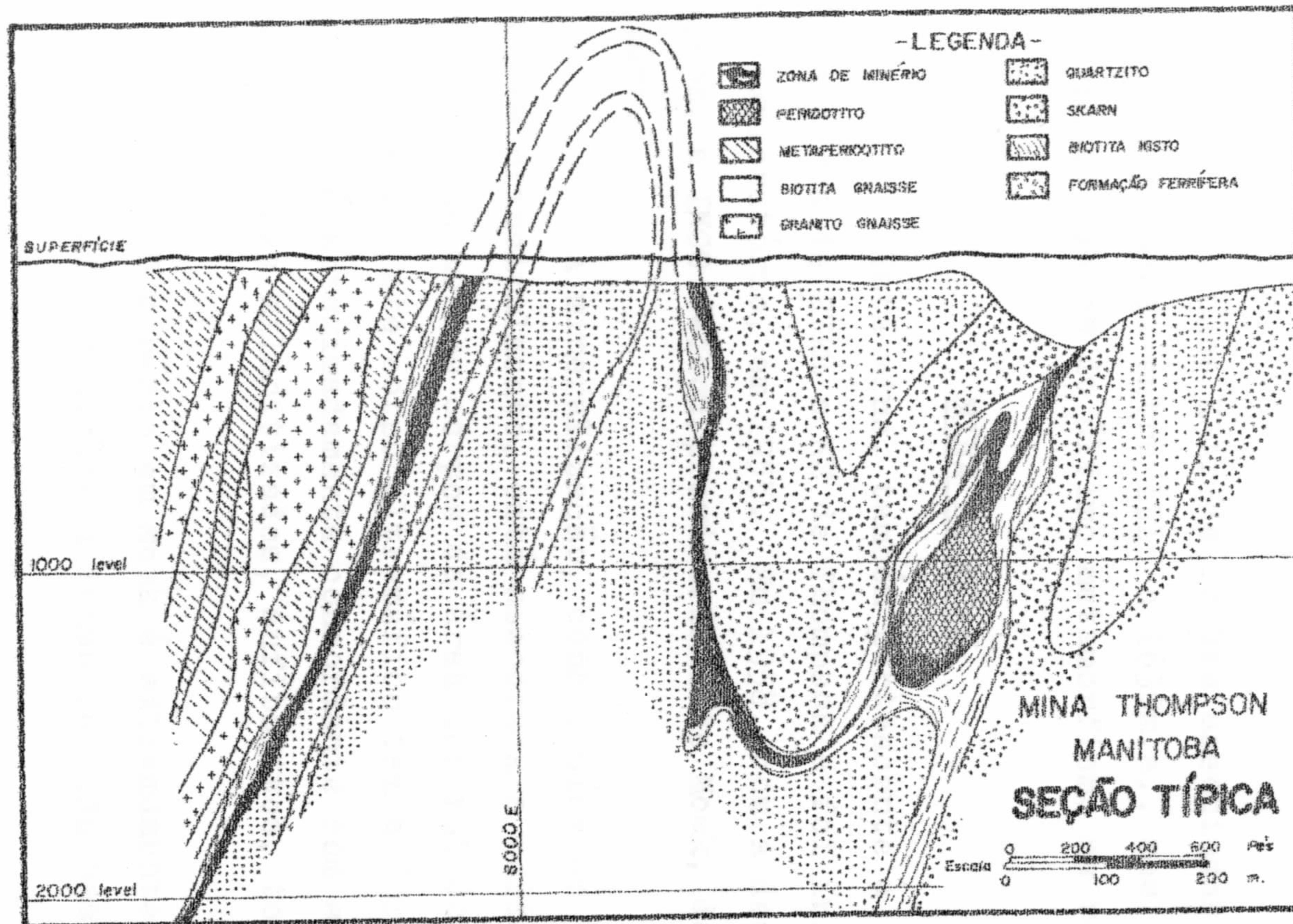
MINA DE THOMPSON

Na época em que a produção começou na Mina de Thompson, em 1960, as reservas provadas remontavam a 25.000.000t contendo 2,97% Ni mais Cu. Em 1968, essas reservas ascendiam a 67.313.000t com 1,89% Ni e 0,13% Cu, sendo a produção de cerca de 8.000t/dia. A exploração é feita pela International Nickel Corporation of Canada-INCO.

A mineralização, em Thompson, tem um controle estrutural maior do que estratigráfico. Ela se concentra em um dos flancos de uma anticlinal, próximo ao nariz da dobra, em uma zona de xisto, contínua, concordante com as demais encaixantes. O minério estende-se por cerca de 5,6km nessa zona. As rochas que definem essa dobra, na mina, são biotita gnaisses, biotita xistos, formações ferríferas, quartzitos, escarnitos, peridotito serpentizado. Os corpos de sulfetos e de peridotito estão numa zona de fraqueza que separa os gnaisses dos quartzitos. Essa zona é marcada por xistos e sedimentos cizalhados e foi desenvolvida, antes da colocação do minério e da ultrabásica. A remobilização dos sulfetos, durante fases posteriores, é clara e ela chegou a transportar blocos de rochas. Na realidade, a quantidade de peridotito em relação a de sulfetos é mínima, e a melhor expressão para definir a situação é de que "há sulfetos com "xenólitos" de ultrabásica".

O minério é composto de pirrotita, pentlandita e pirita, com calcopirita, marcassita e traços de arseniados de Ni, secundariamente. As relações paragenéticas indicam formação de pirita em primeiro lugar, com pirrotita, calcopirita e grafita em menor quantidade; seguiu-se a cristalização da pentlandita e pirrotita. O minério vê-se cortado por veios de marcassita-carbonatos. Próximo à superfície, a pirrotita é alterada para pirita e magnetita, e a pentlandita para violarita e magnetita.





TRANSCRITO DO GUIA DA EXCURSÃO A-31, IGC, 1972, PG. 66

Os sulfetos ocorrem como massas de grã fina, lentes e "vieiros" no xisto; como "stringers", quando a rocha é menos xistosa, e ainda como "vieiros", "stringers" e disseminações no peridotito. As massas de sulfetos são chamadas, localmente de brechas de sulfeto, pela grande quantidade de inclusões de rochas, que podem ter vários centímetros de comprimento.

Idades K-Ar de rochas associadas aos sulfetos deram determinações entre 1515 a 1630m.a., mas é possível que sejam apenas idades do último metamorfismo na região.

MINA DE MOAK

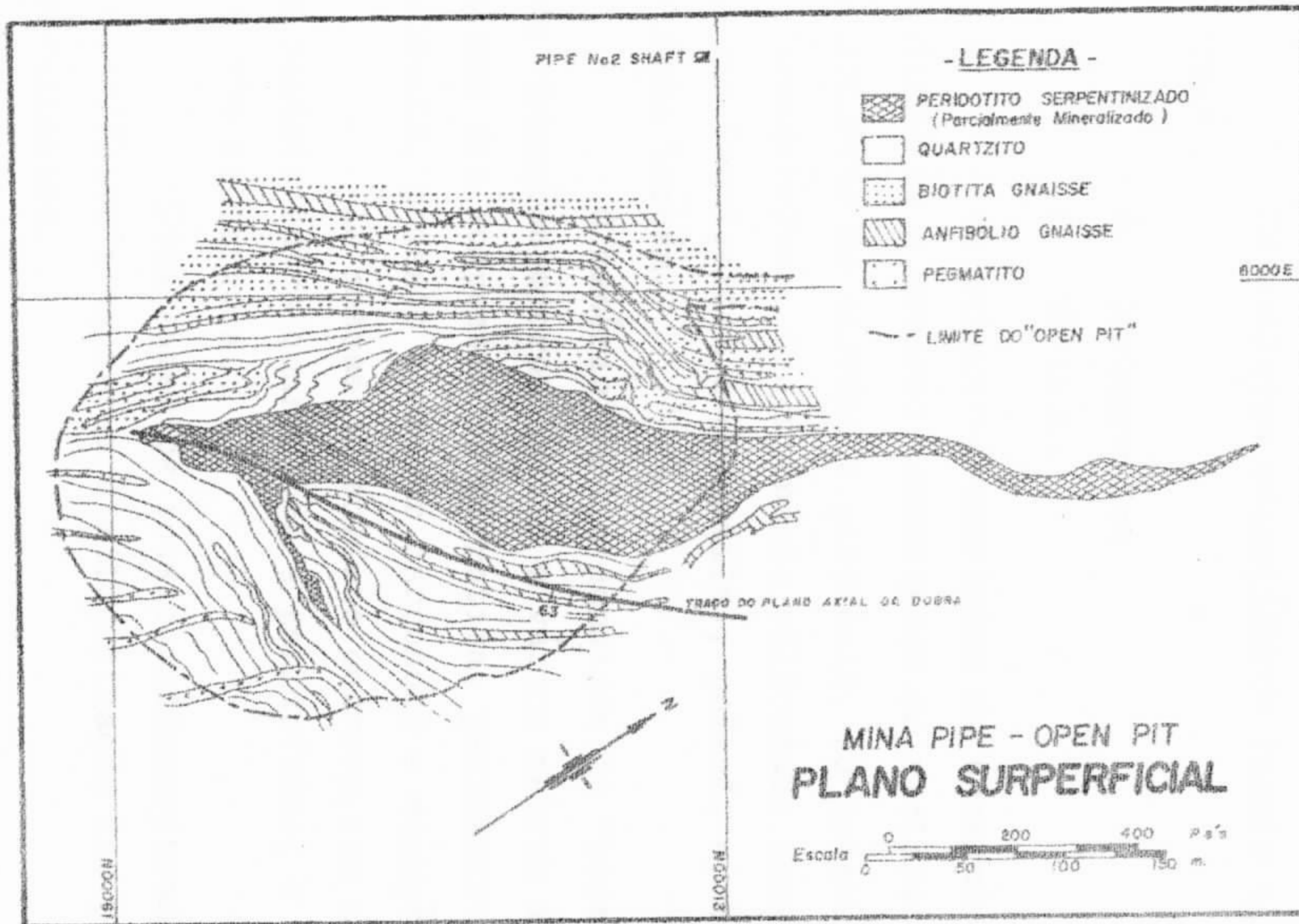
Esta mina, também pertencente à INCO, está situada a cerca de 27km a NE de Thompson e foi iniciada, em caráter exploratório, em 1955. Em 1958, com a descoberta de Thompson, a INCO fechou, provisoriamente Moak, deixando-a para o futuro.

A mineralização, constituída de pentlandita e pirrotita, principalmente, está associada a peridotito serpentizado, um dos muitos corpos da área controlados por falhas subparalelas. Este corpo ultramáfico tem a forma de uma sinclinal e está aproximadamente concordante com as rochas encaixantes (gnaisses milonitizados, anfibolitos, formação ferrífera).

O minério em Moak é extremamente variável, indo desde simples disseminações a zonas maciças bastante espessas.

MINA PIPE-2

Ao contrário das duas anteriores, a Mina Pipe é a céu aberto, e está situada a cerca de 32km a SW da Thompson. Para seu início foi necessário remover-se cerca de



OBS: RETIRADO DO BOL. DISTRIBUIDO AOS PARTICIPANTES DA EXCURSÃO A-31, IGC, 1972, Pag.73

9,4 milhões de m³ de cobertura estéril. As dimensões do "open pit", atualmente, são de 660m de comprimento por 480m de largura, e a profundidade final deverá ser de 216m.

O minério está confinado a um corpo de peridotito serpentizado que ocorre em um dos flancos de uma dobra, associado a biotita gnaisse, quartzito e anfibólio gnaisse.

Os sulfetos níquelíferos locais aparecem sob duas formas:

- a. Disseminados
- b. Maciços.

Os primeiros consistem de agregados de pirrotita, pentlandita e menores quantidades de violarita, incluídos em pseudomorfos de olivina e piroxênio, ou intersticialmente a esses pseudomorfos. O componente silicatado desse tipo é a serpentina (antigorita e crisotila), podendo aparecer olivina e piroxênio também.

O minério maciço consiste de "stringers" que variam de dimensões microscópicas a vários metros de largura. Essas massas são compostas de pirrotita, pentlandita e pirita essencialmente, podendo aparecer carbonato e magnetita.

As massas de sulfeto ocorrem, com maior expressão, no contato entre quartzitos e peridotitos, e podem atingir mais de 10m de largura.

Cizalhamentos locais influenciaram na distribuição dos sulfetos e causaram a milonitização das principais rochas encaixantes.

MINA SOAB

Esta mina, atualmente paralizada, está a cerca de 67km a SW de Thompson, em uma área de mineralização de sul

feto em uma sequência de metassedimentos.

As rochas encaixantes do minério são biotita gnaisses, xistos, pegmatito, calcários, peridotito e anfibolitos. Podem ser distintos três horizontes de mineralização e o minério é classificado em:

- a. Sulfeto maciço
- b. Xisto mineralizado
- c. Pegmatito mineralizado
- d. Peridotito mineralizado

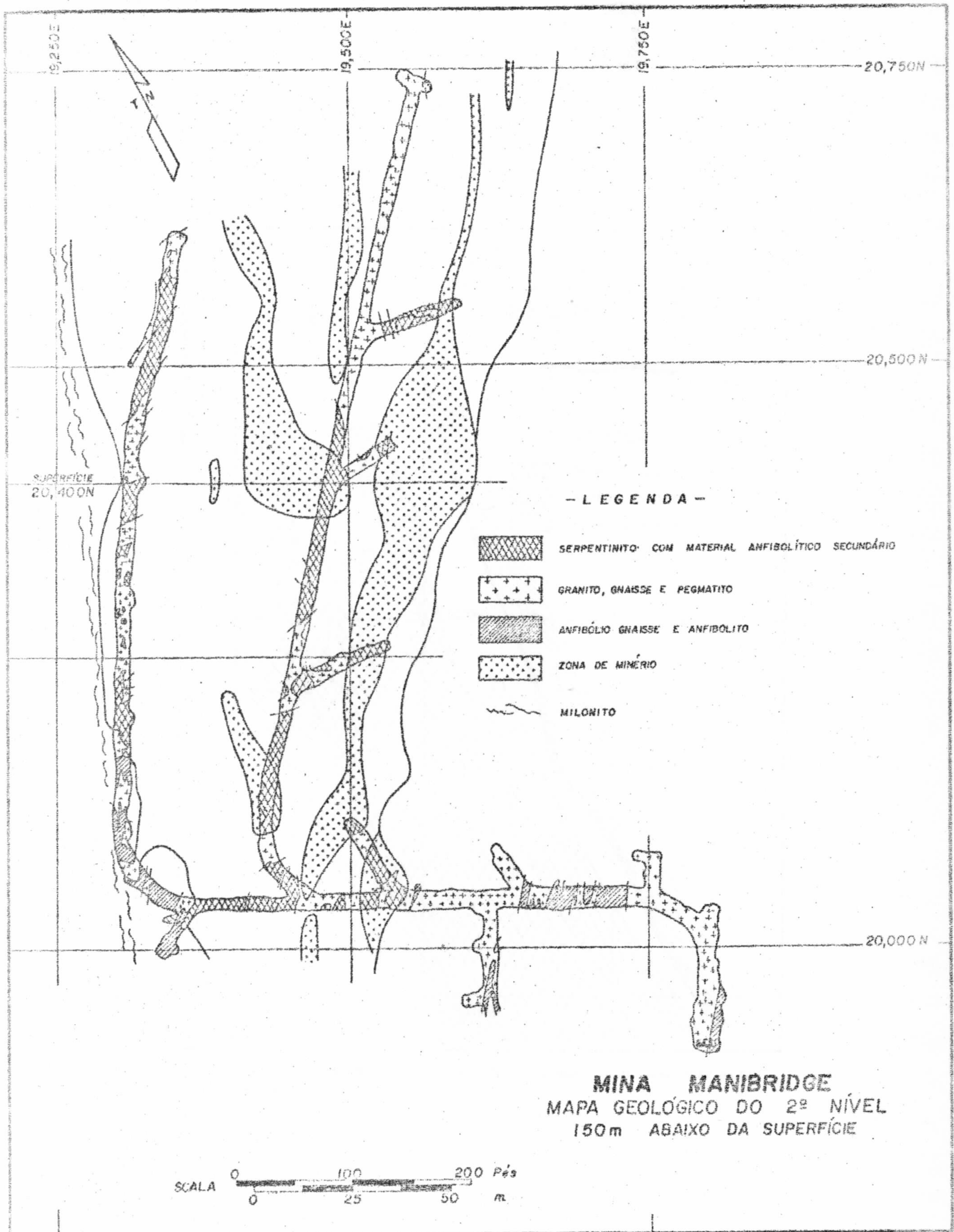
A mineralogia é essencialmente a das outras áreas: pentlandita, pirrotita, pirita.

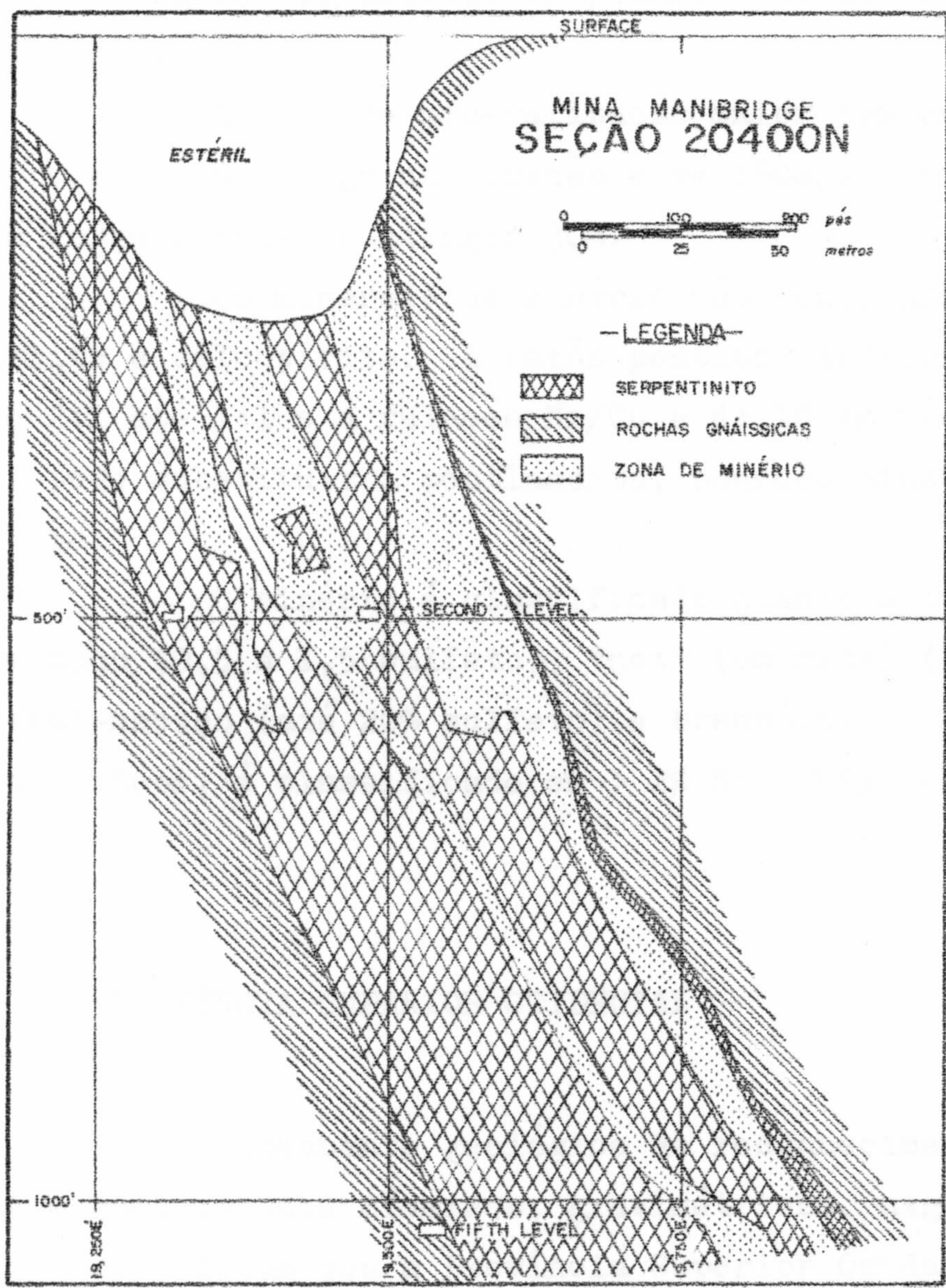
MINA MANIBRIDGE

Esta mina, explorada pela Falconbridge Nickel Mines Limited, está a cerca de 128km a SW de Thompson e 32km a SW da cidade de Wabowden. A produção começou em setembro de 1971, e as reservas são de cerca de 1.409.000t com 2,55% Ni e 0,27% Cu.

As rochas regionais constituem-se de anfibólio gnaisses muito foliados, com intercalações de anfibolito e biotita granito-gnaisse. Pegmatitos róseos são frequentes, ocorrendo, em certos locais, como massas difusas, contendo remanescentes de anfibólio gnaisse e anfibolito. Falhamentos com intensa milonitização são constantes. A rocha encaixante do minério é um serpentinito verde-claro a escuro, onde, às vezes, podem ser reconhecidos relictos de olivina, piroxênio e anfibólio primário.

Uma seção perpendicular à zona mineralizada mostra a seguinte sequência, da base para o topo: anfibolito, pegmatito róseo, escarnito, peridotito mineralizado, anfibolito,





TRANSCRITO DO GUIA DA EXCURSÃO A-31 196, 1972 pg.77

granito. Nos locais próximos ao contato do peridotito com pegmatito há uma assimilação parcial, daquele por este, com a formação de coroa de asbestos ao redor dos blocos de peridotito, seguida de um envoltório de biotita (esse é o modelo clássico de alteração marginal de ultrabásica, quando intrudida por soluções ácidas quentes).

A zona de mineralização maior tem cerca de 82m de comprimento, ao longo da direção e de 150m, ao longo do mergulho, a largura podendo atingir 30m.

Os minerais de minério são pentlandita, pirrotita, pirita e calcopirita. A razão pentlandita/pirrotita, varia de 2:1 até 1:1 e a relação Ni/Cu é de 10 em média. A violarita pode substituir a pentlandita, podendo ainda aparecer magnetita.

O minério é classificado quanto a textura em: disseminado (0,5 a 1,5 sulfeto), "net" (em rede) (10-12% sulfeto), semi-maciço (até 20% sulfeto) e brechóide (variável). Quanto ao teor, é classificado em $> 2\%$ Ni; $< 2\%$ $> 1\%$ Ni, e $< 1\%$ Ni.

2. PROVÍNCIA SUPERIOR OCIDENTAL

Mapeamento geológico de reconhecimento e detalhe, bem como estudos sísmicos, gravimétricos, magnéticos e geoquímicos indicam que a Província Superior Ocidental do Escudo Canadense pode ser subdividida em grandes blocos de falha, cada um com estilos geológicos específicos. Alguns, ou todos, desses blocos podem ser subdivididos, e cada um deles é caracterizado por um, ou variação metamórfica de um dos dois tipos de estilos geológicos seguintes:

a. Cinturões ("belts") de sequências vulcânicas calco-alcalinas e toleíticas com intercalações sedimentares (predominantemente grauvacas e folhelhos), e intrusões de plutons graníticos diapíricos e ovalados, de composição calco-alcalina (os mais antigos) e potássica (os tardios). Essas intrusões foram antecedidas por deformação moderada e seguidas de grande cisalhamento diferencial, com o desenvolvimento de foliação vertical. Outras deformações posteriores superimpuseram-se às primeiras, resultando em um padrão complexo, característico dos "greenstone belts" (BRISBIN, 1970). A maior parte dos cinturões vulcano-sedimentares estão no fácies xisto verde, mas muitos deles foram altamente metamorfizados e as rochas transformaram-se em gnaisses. Exemplo desse tipo são os Blocos de Kenora e Read Lake, bem como os de Berens River e Gods Lake, estes com algumas variações.

b. Paragneisses intercalados com intrusões graníticas "lit-par-lit", e raros gnaisses básicos, antigos remanescentes de formações vulcânicas. As intrusões são, predominantemente calco-alcalinas e podem constituir apenas uma fração pequena dentro dos gnaisses ou constituir grandes corpos de vários quilômetros de comprimento por 4 a 5km de largura. Os dobramentos são proeminentes e o grau de metamorfismo atinge o fácies anfibolito usualmente e, mais raramente, o fácies granulito. Exemplo desse tipo é o Bloco English River.

Em ambos os casos, as estruturas mais proeminentes são o resultado de atividades orogênicas: a extrusão de grandes volumes de lava, a deposição de sedimentos, deformação complexa, metamorfismo e intrusões graníticas. Esta atividade é conhecida como a Orogênese Kenora. A última fase de atividade orogênica (pré-plataforma) consistiu no desenvolvimento de um sistema de falhas EW que dividiram o escudo em blocos. Es

tas falhas provocaram uma certa orientação EW de grande esca
la, orientação esta tomada, erradamente, por muitos anos, como
sendo a direção dos cinturões vulcânicos. Dois tipos importantes
de atividade ígnea pos-orogênica (fase plataforma) ocorreram
na região: a intrusão de diques de diabásio (e provavelmente
extrusões também) e intrusões alcalinas em anel.

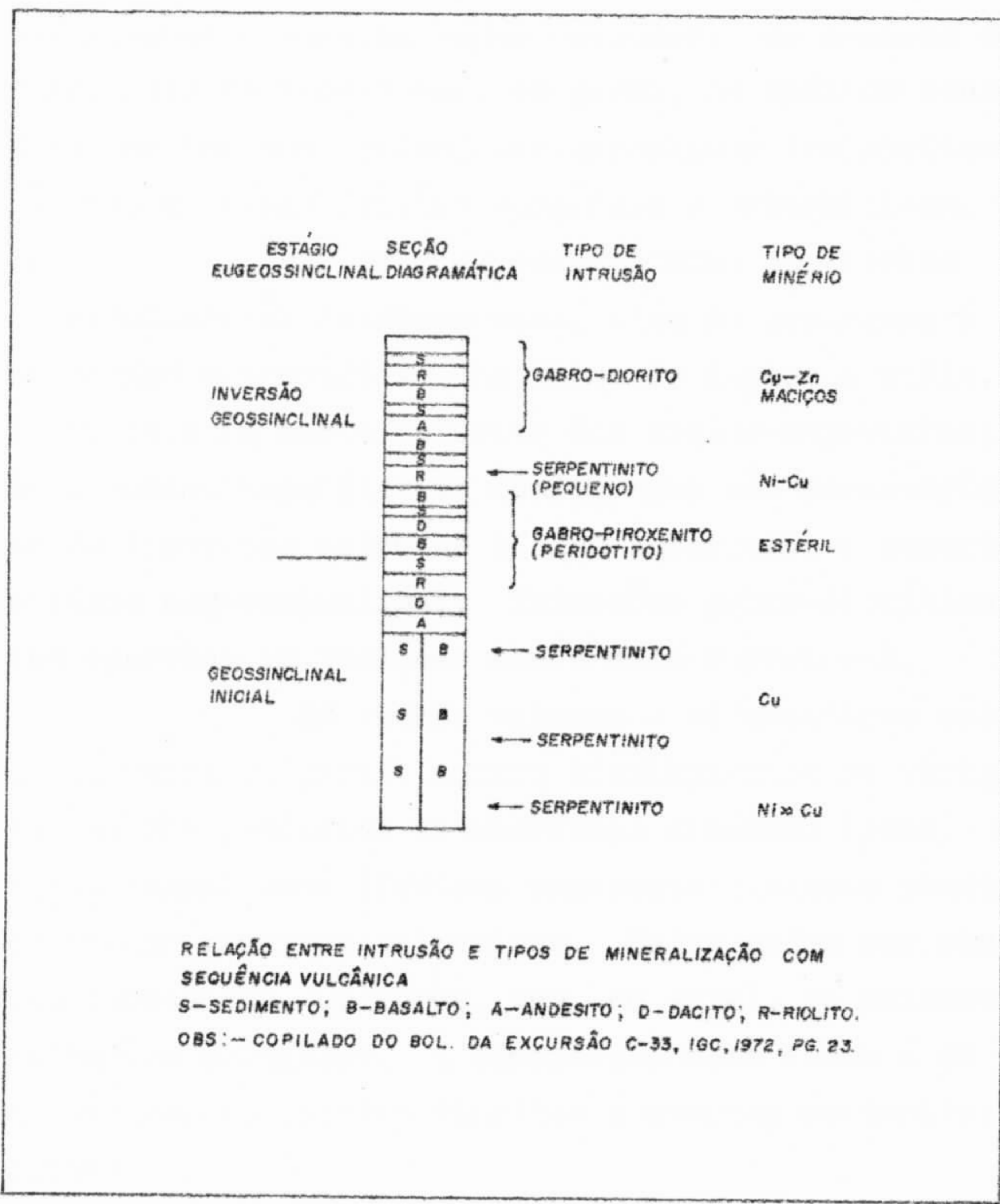
A Província Superior Ocidental esteve estável desde o Proterozóico, mas as sua margens formam cinturões ativos.

Os estudos estratigráficos, estruturais e químicos dos complexos vulcano-sedimentares arqueanos da Província Superior do Escudo Canadense começaram, há cerca de 10 anos.

Análises químicas realizadas rapidamente demonstraram que as lavas são, quase todas, de natureza calco-alcalina e toleítica (WILSON et alii, 1965) e existe sempre um arranjo cíclico, conforme a figura nº

Este arranjo foi reconhecido em outras áreas do
Escudo Canadense e nos Escudos da Austrália Ocidental e África
do Sul (WILSON et alii, 1972).

As sequências basálticas, em algumas áreas, atingem até 15.500m de espessura e gradam para sequências andesito-dacitoriolíticas na parte superior. Em outras áreas, os ciclos são, relativamente pouco espessos, com a sequência basáltica atingindo só uns 300m e mudando bruscamente para andesito, dacito ou riolito, faltando os termos transicionais. Assim, por exemplo, na área de Rice Lake, existem, essencialmente, os basaltos inferiores e os dacitos superiores. De qualquer maneira, as "pilhas" basálticas-sedimentares estão na parte inferior da sequência, e são compostas de "pillow" lavas, indicando que a extrusão foi subaquática. A parte superior dessas sequências, comumente gradam para uma série completa de andesito-dacito-riolito, seguida de arenitos e argilitos. As ocorrên



RELAÇÃO ENTRE INTRUSÃO E TIPOS DE MINERALIZAÇÃO COM SEQUÊNCIA VULCÂNICA
 S-SEDIMENTO; B-BASALTO; A-ANDESITO; D-DACITO; R-RIOLITO.
 OBS: - COPILADO DO BOL. DA EXCURSÃO C-33, IGC, 1972, PG. 23.

cias ultramáficas são mais comuns próximo à base, ocorrendo como "sills" ou "flows".

Os ciclos posteriores ao inicial são muito menos espessos, e contêm menos basalto e muito mais rochas ácidas. Os basaltos podem ter "pillows", mas, mais comumente, são maciços e mostram topos oxidados. Os membros ácidos podem também ter "pillows" mas, em geral, os dacitos contêm vários tipos de brechas, podendo-se reconhecer ignimbritos, lapilli, pômices e outras feições subaéreas e subaquáticas.

As porções sedimentares dos ciclos superiores em geral, contêm conglomerados, além de grauvacas e argilitos. As rochas ultramáficas, na forma de diques e sills, aparecem intrusivas na parte inferior dos ciclos superiores, mas sills de piroxenito-peridotito inalterados são característicos da fase de transição entre os ciclos inferiores e superiores desse estágio eugeossinclinal. Intrusões gabro-dioríticas irregulares aparecem em posições ainda mais superiores.

As rochas vulcano - sedimentares são do fácies xisto verde, em geral, embora cizalhamentos de várias dimensões possam ter produzido metamorfismo dinâmico local. O metamorfismo termal está limitado comumente e alguns poucos metros ao redor dos granitos intrusivos. Estes podem ser simples, com uma composição uniforme, mas, em geral, os maiores constituem intrusões múltiplas. A composição mais comum é de granodiorito sódico, mas quartzo dioritos e quartzo monzonitos são abundantes.

2.1. Bloco Kenora

Este bloco é o mais meridional em Manitoba e está bem exposto no Lake of the Woods, e é típico de um cintu

rão vulcano-sedimentar com diápiros graníticos. Análises químicas realizadas provaram que as lavas foram, quase sempre, de natureza calco-alcalina e toleítica e que, a despeito da complexidade de distribuição, ocorreu um arranjo cíclico dos tipos litológicos na área de Lake of the Woods. Essas partes litológicas do ciclo são, em ordem ascendente (GOODWIN, 1965):

- a. Vulcânicas básicas
- b. Vulcânicas ácidas
- c. Sedimentos

Goodwin reconheceu aí dois ciclos completos. Diques de diabásio e intrusões alcalinas em anel, pós-orogênicos, são comuns no Bloco Kenora. A intrusão de Falcon Lake, em Manitoba, é um exemplo de intrusão concêntrica, com variações de gabro na parte externa, para diorito, monzonito e quartzo monzonito, na parte interna.

Numerosos afloramentos permitem a observação da sequência citada, com exposição de "pillow" basaltos contendo fraturas intra-"pillows" e brechas inter-"pillows", alternância de cinzas dacíticas, com foliação oblíqua ao acamamento, e grauvacas + chert etc....

2.2. Bloco English River

2.2.1. Geologia Geral

As características especiais desse bloco foram distintas, em meados da década de 50, por métodos aeromagnéticos. Ele é composto por paragnaisses e granitos, e não contém "greenstone belts" praticamente, sendo limitado por grandes falhamentos. Tem, assim, propriedades litológicas, metamórficas, estruturais e geofísicas diferentes do Bloco anterior.

Alguns anfibolitos intercalados aos gnaisses sugerem uma possibilidade de lavas básicas metamorfizadas.

O metamorfismo regional é de alto grau, atingindo fácies anfibolito ou granulito. Os paragnaisses consistem de quartzo gnaisse, biotita gnaisse e migmatito, derivados de siltitos, grauvacas e folhelhos impuros.

Ao norte do rio Winnipeg, o fácies metamórfico muda de anfibolito para xisto verde, por cerca de 40km e aparece o "greenstone belt" de Bird River, à semelhança dos "belts" do Bloco Kenora. Esta área é interessante por conter uma grande concentração de pegmatitos com minerais de tântalo, céσιο, lítio, além dos depósitos de cromita de Bird River.

Os limites desse Bloco são falhados, sendo que, às vezes, estas falhas marcam um contato brusco entre rochas de fácies xisto verde com gnaisses de fácies anfibolito. Outras vezes, há uma passagem gradual de um bloco para o outro.

2.2.2. Geologia Econômica

MINA DE BERNIC LAKE

A área de Bernic Lake está a cerca de 160km a NE de Winnipeg. Em 1929 foram aí pesquisados, para cassiterita e berilo numerosos pegmatitos, e, em 1930, as sondagens indicavam a presença de espodumênio em uma das intrusões, a cerca de 42m de profundidade. Entre 1954 e 1956 novas sondagens demonstraram que, na realidade, essa intrusão era um grande corpo pegmatítico, com a forma de um pires invertido, de cerca de 450m x 1.200m e uma espessura de 18 a 85m, e em 1971 foi descoberta uma outra intrusão paralela à citada.

Localmente a geologia é constituída de rochas

vulcano-sedimentares (vulcânicas básicas sob grauvacas, arcó sios, ardósias e cherts) intrudidas por diápiros granodioríti cos. Os pegmatitos são comuns, numa área de cerca de 40km de diâmetro e muitos deles estão na periferia desses diápiros.

Os pegmatitos são zonados, constando de: zona de bordo, zona de parede, zona albita aplito, zona intermediária a, zona intermediária b, zona intermediária c, núcleo de quar tzo, zona da polucita e zona da lepidolita. As concentrações comerciais de tântalo estão na zona intermediária c.

A mineralogia dos pegmatitos é constituída de:

1. Minerais de tântalo: - Wodginito, manganotan talita, pseudo-ixiolita, microlita e tapioli ta.
2. Minerais de lítio: - petalita, polucita, es podumênio, ambligonita, lepidolita.
3. Quartzo
4. Apatita
5. Turmalina
6. Albita
7. Microclina
8. Berilo
9. Cassiterita
10. Granada
11. Zinwaldita
12. Outros

As jazidas vêm sendo exploradas pela Tantalum Mi ning Corporation of Canada LTD (TAMCO). As reservas locais são da ordem de:

1.871.358t c/ 0,23% de Ta_2O_5

5.000.000t c/ 2,29% Li

300.000t c/ 20,4% de Cs_2O_5

A produção do concentrado em 1969 e 1970 foi de 357.971 lb de Ta_2O_5 contido, no valor de 2.505.797 dólares. A capacidade do moinho é superior a 500.000 lb de Ta_2O_5 por ano em concentrado com 50% Ta_2O_5 , ou melhor, produzido por concentração gravitacional e separação magnética de baixa intensidade. (RARCEVIC, 1968).

O "cut off" utilizado é de 0,1% Ta_2O_5 e o espodumênio não é minerado no momento. Há ainda Ga e Rb dentro da estrutura das micas e feldspatos e a Companhia pensa extraí-los no futuro.

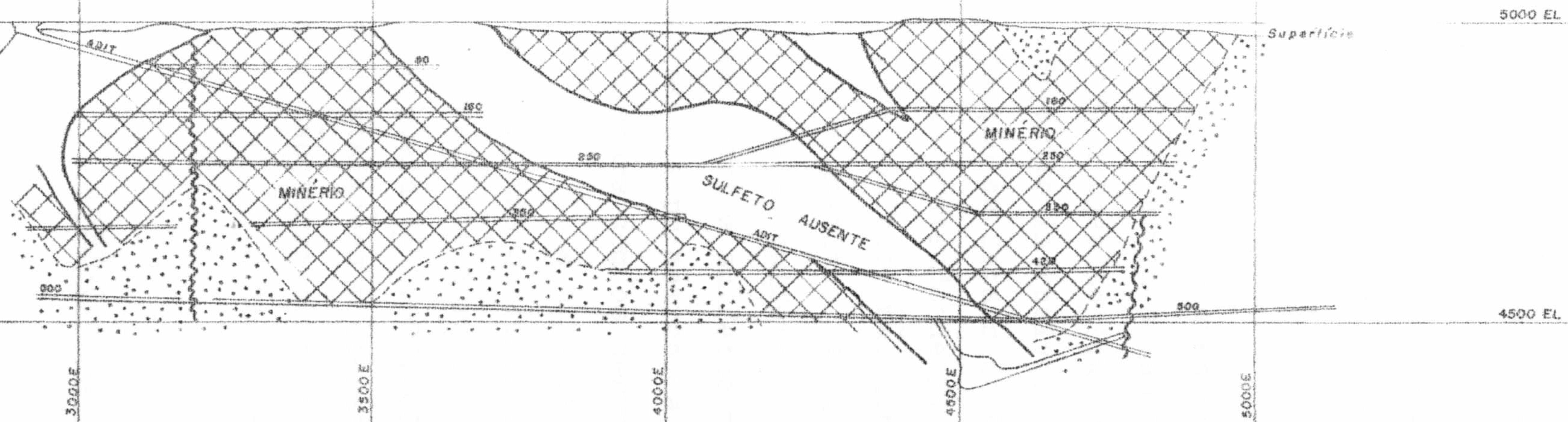
A TAMCO produz, atualmente, cerca de 1/3 da produção mundial de tântalo do mundo, vendendo o produto (Ta metálico) a cerca de 20 a 30 dólares a libra.

MINA DE DUMBARTON

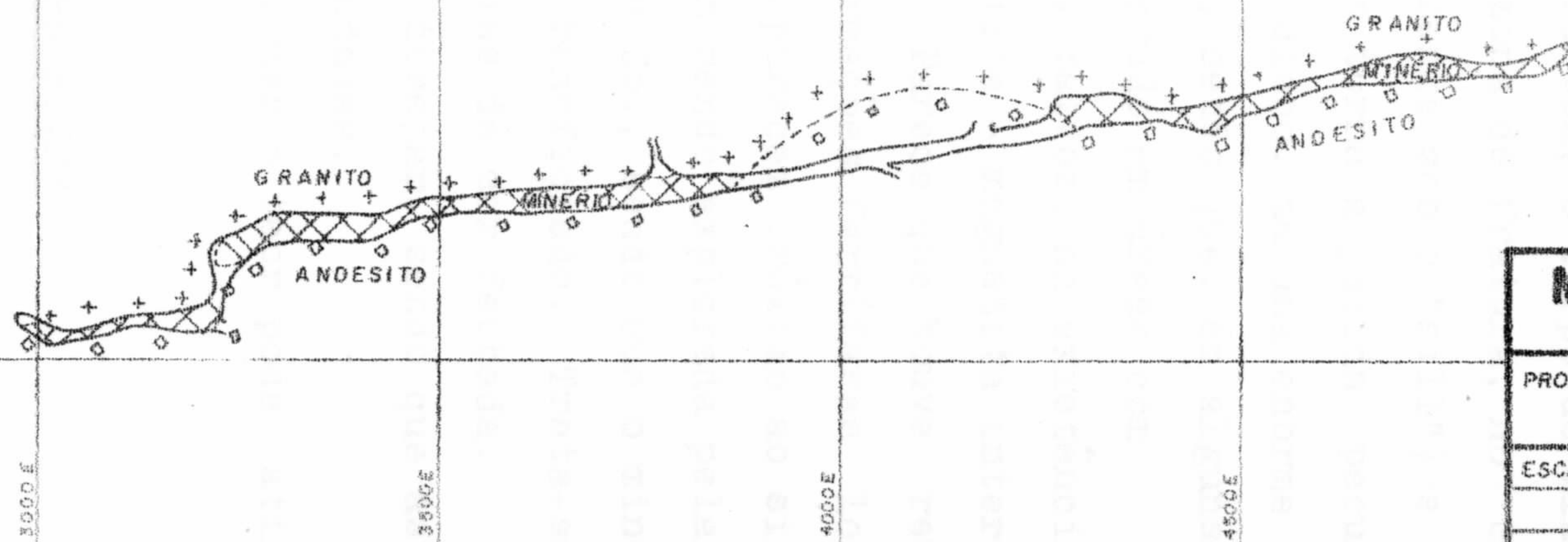
A mina de Cu-Ni de Dumbarton está localizada na área de Bird River (uma das poucas áreas dentro do Bloco English River, com baixo metaformismo), na província de Manitoba.

A sequência nesse "greenstone belt" consiste de rochas vulcânicas ("pillow" andesitos e basaltos) sotopostos a uma série de grauvacas, quartzitos impuros e arcósios, com conglomerados, ardósias e cherts subordinados. Essa sequência foi intrudida por um sill de rochas máficas e ultramáficas composto, da base para o topo, de peridotito, estreitas faixas de piroxenito e olivina gabro, hornblenda gabro, e, em certos lugares, gabro anortosítico. É o sill de Bird River. A sua espessura média é de cerca de 915m, com um máximo de 1830m, e o seu comprimento total é de 32km.

PROJEÇÃO LONGITUDINAL



PLANTA NÍVEL 250

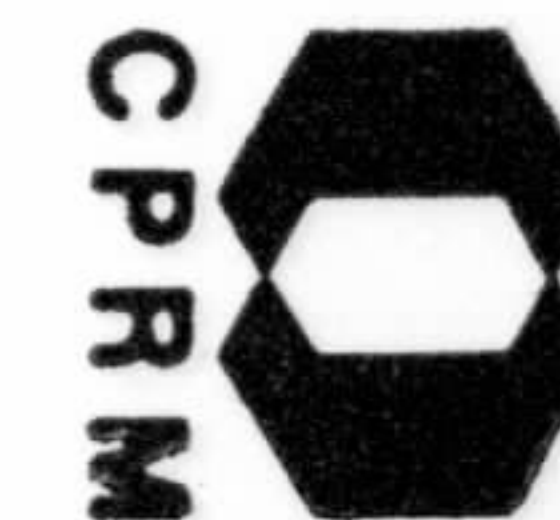


MINAS DUMBARTON
WERNER LAKE, ONTÁRIO

PROJEÇÃO LONGITUDINAL DA ZONA MINERALIZADA
E PLANTA DO NÍVEL 250

ESCALA: 1" = 200'

DATA: 1972



Essa sequência toda foi intrudida por rochas graníticas que variam desde quartzo diorito a granito e pegmatito. As rochas, na parte leste da área de Bird River, foram metamorfozeadas a quartzo-feldspato micaxisto e hornblenda - plagioclásio xistos. Os contatos entre o sill e as encaixantes são comumente por falhas.

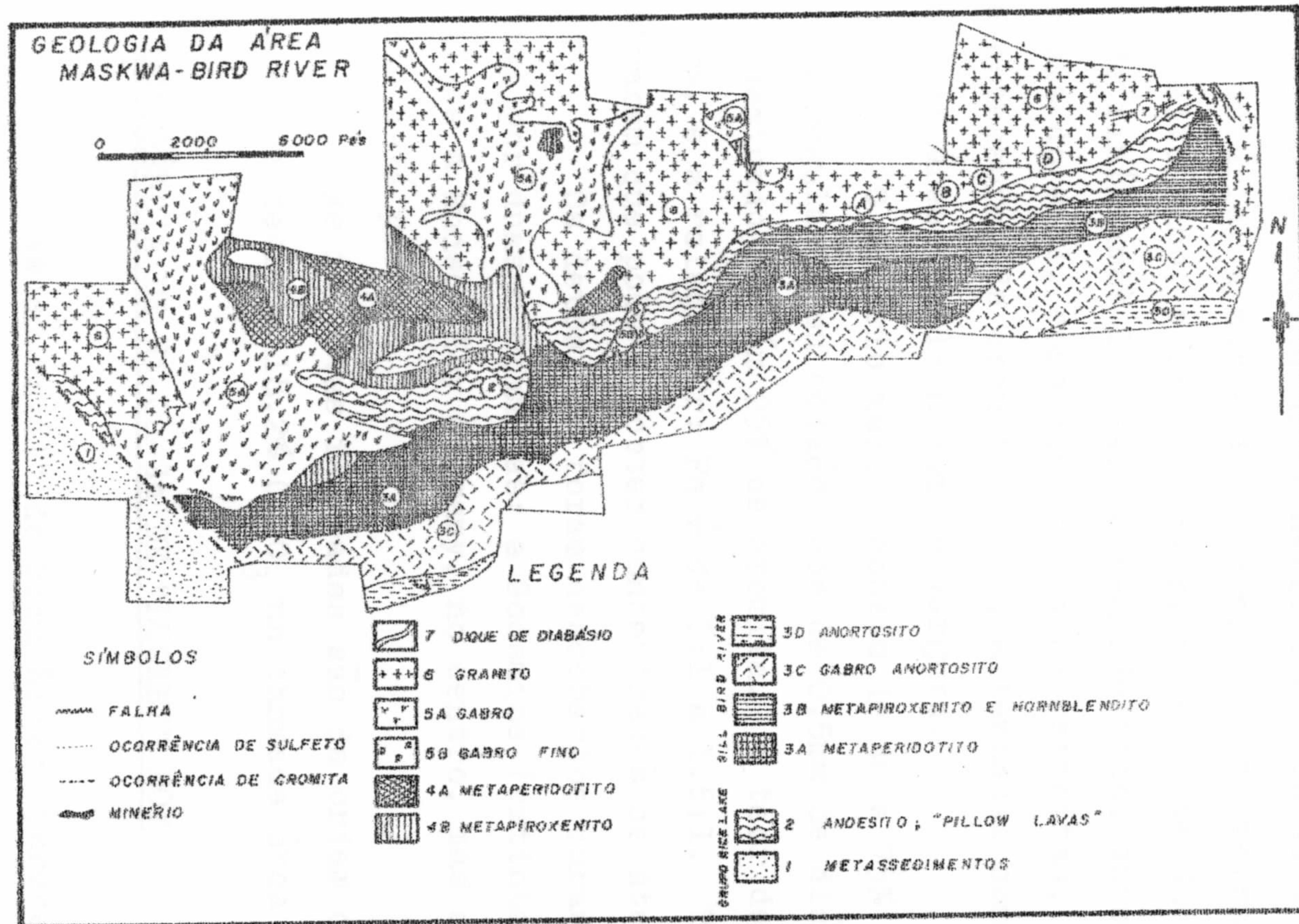
Na área da mina de Dumbarton, o corpo de minério de Cu/Ni localiza-se ao longo de uma zona de fratura, no contato entre o basalto (que está imediatamente sob o "sill") e um granodiorito intrusivo. Esta situação torna a jazida peculiar em relação às demais do Canadá. Além disso, há uma enorme variação de conteúdo de Ni nos sulfetos, sendo que, em alguns locais, os sulfetos não contêm Ni, sobretudo em áreas com alto teor de magnetita. A explicação está, talvez, na existência de dois tipos de sulfeto no local: pirrotita - magnetita intercalados em chert e sulfetos níquelíferos. Parece que houve remobilização dos primeiros, a partir de formações ferríferas locais e na mistura com os segundos (que só aparecem próximo ao sill).

A mina de Dumbarton vem sendo explorada pela Faraday Co., mas pertence à Falconbridge Co., sendo que o minério é embarcado até Noranda, a NW, onde é beneficiado. Trata-se de mina pequena (+ 1.000.000t/ano), em vias de ser fechada. As suas instalações e operações deixam a desejar, sendo que as galerias são terrivelmente sujas e inundadas.

O "cut off" é de 1% Ni, mas o teor pode atingir 2,5%Ni.

OCORRÊNCIA DE CROMITA DE BIRD RIVER

No sill de Bird River aparecem estreitas e longas "camadas" contínuas de cromita, denotando um típico exemplo



CROQUIS GEOLÓGICO SUPERFICIAL; MINA DE CU-NI DUMBARTON; BASEADO EM KARUP-MØLLER E BRUMMER (1971). TRANSCRITO DO GUIA DA EXCURSÃO C-33, IGC, 1972, PG. 41

de complexo máfico/ultramáfico estratiforme.

O minério aparece, na parte inferior do sill, próximo ao topo da zona peridotítica, e os depósitos são de dois tipos. Os da área de Chrome consistem de três zonas: uma superior principal, com 1,8 a 3m de largura, consistindo de bandas de cromita densa alternadas, minério disseminado e peridotito; uma intermediária, a cerca de 9m abaixo da primeira, consistindo de um leito fino, e uma inferior, a cerca de 9m da segunda, formada de finíssimos leitões. O segundo tipo, encontrado em outros locais do sill, consiste de bandas estreitas, de cerca de 30cm de espessura, de cromita maciça alternadas com minério disseminado, em áreas de 15 a 30m de largura.

O minério maciço consta de 40 a 75% de $\text{FeO Cr}_2\text{O}_3$ em grãos irregulares ou octaédricos de 0,5mm de diâmetro. O minério disseminado contém 25% de cromita. O teor de Al_2O_3 atinge até 30%, e a relação Cr: Fe é de 1:1 a 1.6:1. Testes efetuados mostraram que pode-se obter concentrados de até 40% Cr_2O_3 .

Os depósitos foram descobertos durante a 2ª Guerra Mundial por duas companhias: a Godsmine (extinta), na parte W do sill, e a Hudson Bay Company, no centro, mas a exploração atualmente está parada.

As reservas indicadas são da ordem de 1.220.000t de minério com teor de 18,2% Cr_2O_3 na chamada área Chrome.

OCORRÊNCIA DE Ni-Cu-Zn DE "LUCKEY" BOY

A NW do "sill" de Bird River aparecem dois pequenos corpos de peridotito com direção NS (o sill de Bird River tem direção EW), descobertos por aeromagnetometria. Trabalhos de detalhe por EM revelaram, a 300m a E desses corpos, uma anomalia pequena, comprida e estreita, em lavas andesíticas. Essa

anomalia sondada, revelou, por sua vez, a presença de sulfetos de Ni-Cu-Zn, em zona de fratura e ao longo do acamamento da lava. Essa associação, totalmente não usual, só pode ser explicada por remobilização desses elementos para essas zonas de fraqueza: o Ni a partir dos peridotitos (onde se encontra disseminado) e o Cu e Zn a partir dos andesitos. As concentrações estão na forma de "veios" com 30cm a 1m de espessura.

Essa área vem sendo pesquisada pela Bird River Mines, que fez 5 furos de sonda, no local, até agosto de 1972. O minério, pelos dados, até o momento tem demonstrado teores médios de 1% Zn, 0,5% Ni e 0,5% Cu, e a extensão dos veios, em profundidade, é da ordem de 100m, não tendo ainda sido determinada totalmente a sua extensão lateral.

2.3. Bloco Red Lake

2.3.1. Geologia Geral

Esse bloco é semelhante ao bloco de Kenora, com a exceção de que a crosta granítica em Red Lake é 50% mais espessa do que em Kenora. Disso se deduz que o metamorfismo regional não está relacionado à espessura da crosta, ou seja, há apenas um pequeno aumento no grau metamórfico com a profundidade, e temperaturas pequenas são características de um bloco ao invés de se relacionar com a profundidade da crosta.

Da mesma maneira que os demais blocos, o Red Lake é limitado por falhamentos ao norte e sul, com direções gerais EW, e está recoberto a W pelos sedimentos paleozóicos que contornam as Baías de Hudson e James.

2.3.2. Geologia Econômica

MINA DE SOUTH BAY

O depósito de UCHI localiza-se a NW de Winnipeg e a norte de Ear Falls e vem sendo explorado pela South Bay Mines Limited. Trata-se de depósito sulfetado de Cu-Zn descoberto em setembro de 1968 por geofísica aérea e detalhado por métodos geofísicos terrestres e atravessado por sondagens.

O depósito é constituído por vários corpos, maciços e com disseminações, de pirita, esfalerita e calcopirita, ao longo de um contato dobrado entre tufo riolíticos próximo ao topo de uma sequência vulcânica arqueana de cerca de 3.000m de espessura. Essa sequência passa de andesitos e basaltos na base para vulcânicas intermediárias e riolitos no topo. Próximo à área há um quartzo-feldspato pórfiro de forma lenticular, com cerca de 4km x 1km.

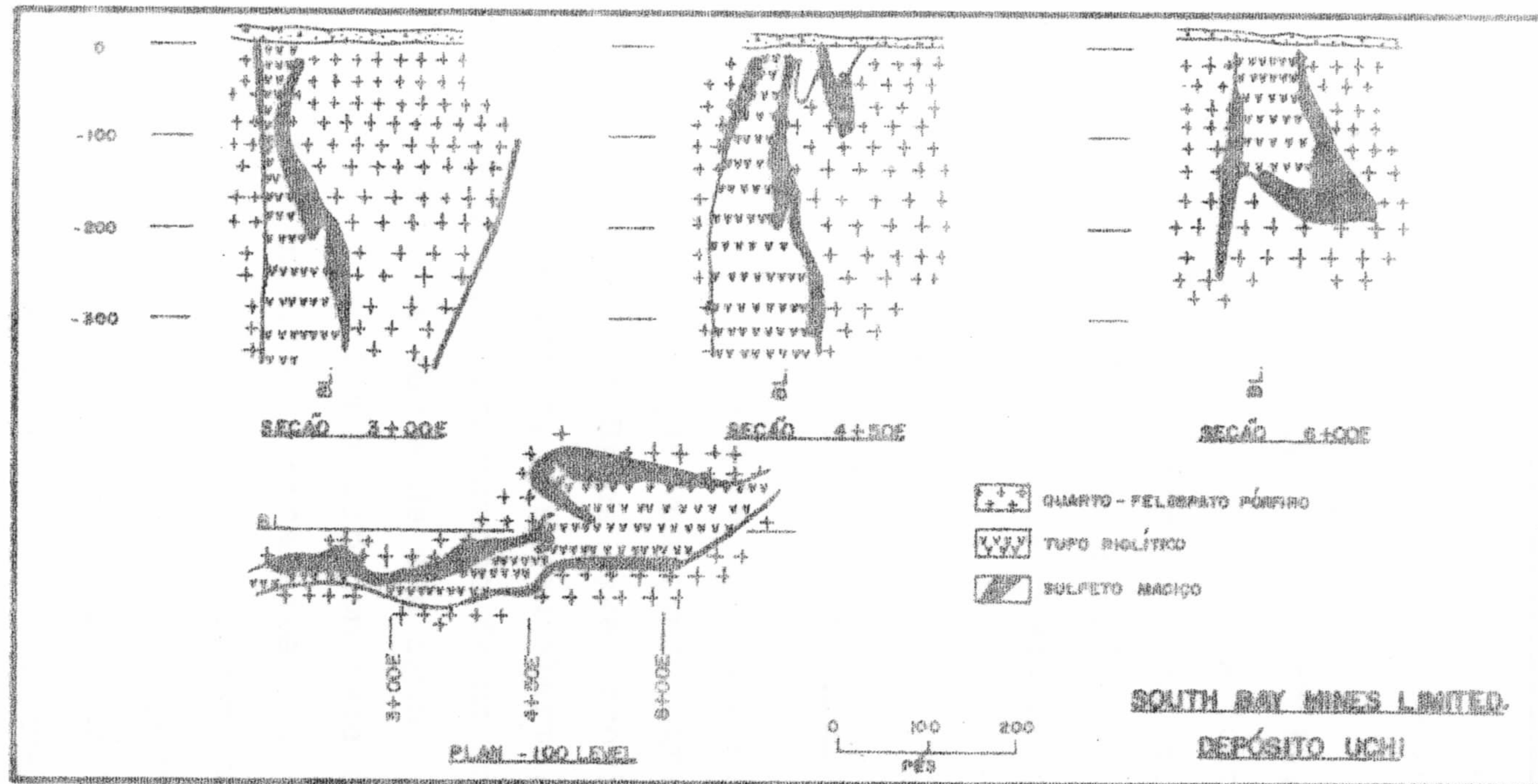
Numerosas fases de deformação foram responsáveis pela complexa estrutura do depósito. Os corpos mineralizados foram dobrados junto com as encaixantes, produzindo um padrão de lentes dobradas.

Os principais tipos de minérios são maciços, consistindo de:

- a. Esfalerita maciça ou
- b. Pirita maciça com calcopirita e esfalerita.

Bandeamento no minério é uma estrutura comum.

O depósito de Uchi é semelhante em mineralogia, textura e geologia a outros depósitos sulfetados estratiformes associados a vulcânicas, como o "tipo Noranda". As suas feições estruturais e texturais e a falta de evidência de substituição parecem indicar uma deposição singenética dos sulfetos



PLANTA E SEÇÃO, MINA DE Cu, Zn SOUTH BAY, ÁREA DE UCHI LAKE, POR
STAFF DA MINA SOUTH BAY
COMANDO DO BUSA DA EXCURSÃO A-33-C33, 100, 1972, pg. 54

com os riolitos, ou seja, eles teriam uma origem vulcânica.

A produção de concentrados de Zn e Cu começou em março de 1971. O minério tem teores médios de 2,4% Cu, 15% Zn e 3,5 oz de Ag/t.

A lavra de South Bay é perfeita, a mina primando pela organização e limpeza. A companhia que a explora colocou-a como área-teste dentro de sua programação, aí realizando todos os tipos de estudos possíveis, no intuito de estabelecer seus padrões próprios de pesquisa, para outras áreas semelhantes.

MINA DE GRIFFITH

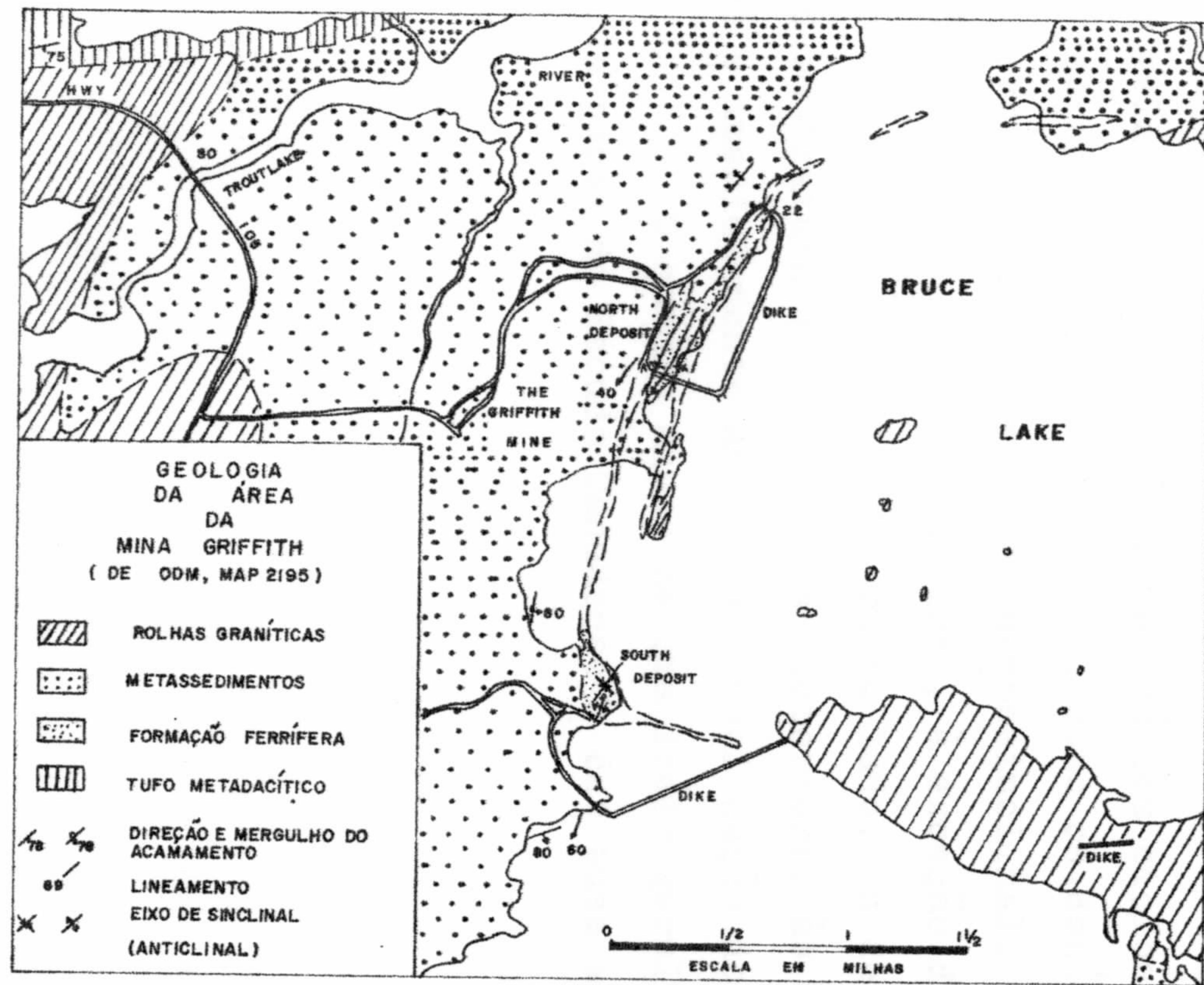
Trata-se de uma mina de ferro localizada a W da Mina South Bay e que vem sendo explorada pela Calmor Iron Bay Mines Limited, em Bruce Lake, província de Ontário. Ao contrário das anteriores, é a céu aberto, tendo sido necessária, para sua operação, a construção de um muro no meio do lago Bruce e o bombeamento de parte de sua água.

O minério consiste de leitos de chert recristalizado + magnetita intercalados com jasper e magnetita-biotita xisto. Secundariamente aparecem grauvas finas, grauvas calcíferas, gris e arcósios. A espessura total do pacote é de 147m e os contatos com as encaixantes (biotita metagrauvas e estauroлита metagrauvas) são gradacionais.

A formação ferrífera é dobrada em anticlinais e sinclinais, e é cortada por diques de lamprófiro, gabros e feldspato pórfiros, intrudidos depois dos dobramentos.

As reservas são superiores a 250.000.000t de minério com teores médios de 40-44% Fe, 29% SiO₂, 0,01% P e baixíssimo S.

A produção anual da mina é de 1,5 milhão de t de



GEOLOGIA DA MINA DE FERRO DE GRIFFITH, BRUCE LAKE, ONTARIO.
 COPIADO DO GUIA DA EXCURSÃO A33-C33, IGC, 1972, pg 58

"pellets" contendo cerca de 65% Fe.

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEPÓSITOS MINERAIS

Os depósitos minerais da Província Superior do Escudo Canadense são, de um modo geral, restritos a certos metais e certas associações. Assim é que jazidas de Pb-Zn, Cu porfirítico, e veios polimetálicos aí inexistem. Isto, talvez se deva a um evento metalogênico de caráter limitado e à profundidade de erosão (WILSON et alii, 1972).

As rochas e os depósitos minerais dessa área podem ser relacionados a estágios de vários ciclos geossinclinais que aí ocorreram. Tanto as rochas, como os depósitos do arqueano, correspondem a uma fase de eugeossinclinal. Os depósitos do estágio médio de eugeossinclinal, à exceção dos pegmatitos, são raros ou embriônicos. Por outro lado, os depósitos de Au ocorrem em fratura e falhamentos posteriores às intrusões batolíticas e imediatamente antes da consolidação do geossinclíneo.

O quadro anexo dá uma idéia geral da estratigrafia nessa parte do Escudo Canadense e das suas associações minerais.

3. PROVÍNCIA SOUTHERN

3.1. Geologia Geral

A Província Southern está situada ao sul da Província Superior e a oeste da Província Grenville e compreende três subprovíncias: Faixa Dobrada Penokean, Homoclinal de Port Arthur e a Bacia de Lake Superior.

A parte ocidental dessa Província compreende rochas sedimentares e vulcânicas do chamado Supergrupo Huronian (Proterozóico), depositadas sobre um embasamento, constituído por granitos, gnaisses, migmatitos, quartzo monzonitos, corpos de gabro-anortositos, de idade superior a 2.500 milhões de anos. As rochas desse Supergrupo foram invadidas por intrusões máficas e félsicas, tendo sofrido deformação e metamorfismo.

O Supergrupo Huronian compreende quatro grupos: Elliot Lake, Hough Lake, Quirke Lake e Cobalt. O primeiro, inferior, constitui-se de conglomerados oligomíticos, argilito, siltito e arcósio ou subgrauvaca. Os demais representam um ciclo de sedimentação com paraconglomerados basais, grauvacas conglomeráticas, seguidos de siltitos e argilitos com alguma grauvaca ou subarcósio e, finalmente, subarcósio e quartzito.

A sequência Huronian representa uma deposição de sedimentos clásticos derivados do craton vizinho em condições de geossinclinal tectonicamente ativo.

A maior parte das rochas do Supergrupo apresentam metamorfismo de fácies xisto verde, mas localmente podem atingir o fácies epidoto-anfibolito.

A sequência de rochas e eventos tectônicos nessa Província pode ser expressa pela tabela abaixo:

EVENTO
IDADE (m.a.)
Pleistoceno e Recente

Glaciação

 filitos, depósitos
 glacio-fluviais e
 glaciolacustres

Inconformidade

Paleozóico

Ordoviciano-Siluriano

Calcários, folhelhos

Inconformidade

Pré-cambriano Proterozóico

Intrusões Máficas

diques de diabásio

1.280

 Deformação ao longo da
 Zona Grenville e even
 tos termais

 Complexo granito/
 gabro de Crocker

Island

1.400-1.700+

Intrusões félsicas

Plutons de Grenville

Front e Cutler

1.600-1.750

 Deformação Secundária
 e metamorfismo regional

1.700-1.950

Evento de Sudbury

Plutons

1.700+

Nickel Irruptive

Grupo Whitewater

Brecha de Sudbury

e "Shattercones"

Intrusões máficas

Diabásio Nipissing

2.150

Dobramentos principais

Intrusões félsicas

Plutons de Murray

Creighton

2.200

 Falhamentos, subsiden
cia da bacia, deposição
 de vulcânicas e sedimentos

Supergrupo Huronian

EVENTOSIDADE (m.a.)

Inconformidade

Arqueano

Orogenia Kenoran

Intrusões máficas e
félsicas; Gnaisses

2.500+

ÁREA DE SUBDURY - ELLIOT LAKE

O Grupo Whitewater está confinado à área do chamado Sudbury Nickel Irruptive e consiste de brecha basal (fragmentos de vários tipos) e grandes corpos de vidro devitrificado em matriz carbonática fina, interpretada como um ignimbrito (WILLIAMS, 1956) e como brecha de impacto produzida por choque de meteorito (FRENCH, 1970). Sobre esta formação aparecem argilitos ardosianos carbonáticos, sobre os quais estão grauvacas com feições de turbiditos.

O Complexo de Sudbury (Sudbury Nickel Irruptive), famoso por seus depósitos de sulfetos de Ni/Cu, é mais novo que as rochas do Supergrupo Huronian e do Grupo Whitewater. Trata-se de uma intrusão toleítica diferenciada, de forma ovalar-elíptica com direção NE-SW, com cerca de 58km de comprimento por 26km de largura. O Complexo consiste de três zonas: augita norito inferior (anel exterior), zona de transição e granófiro ou micropegmatito superior (anel interior). O augita norito é uma rocha gabróica composta de plagioclásio básico comumente zonado e saussuritizado, augita, hiperstênio, e hornblenda secundária, além de biotita, sulfetos, quartzo e feldspato potássico. O micropegmatito consiste de quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e hornblenda parcialmente alterada em clo

rita.

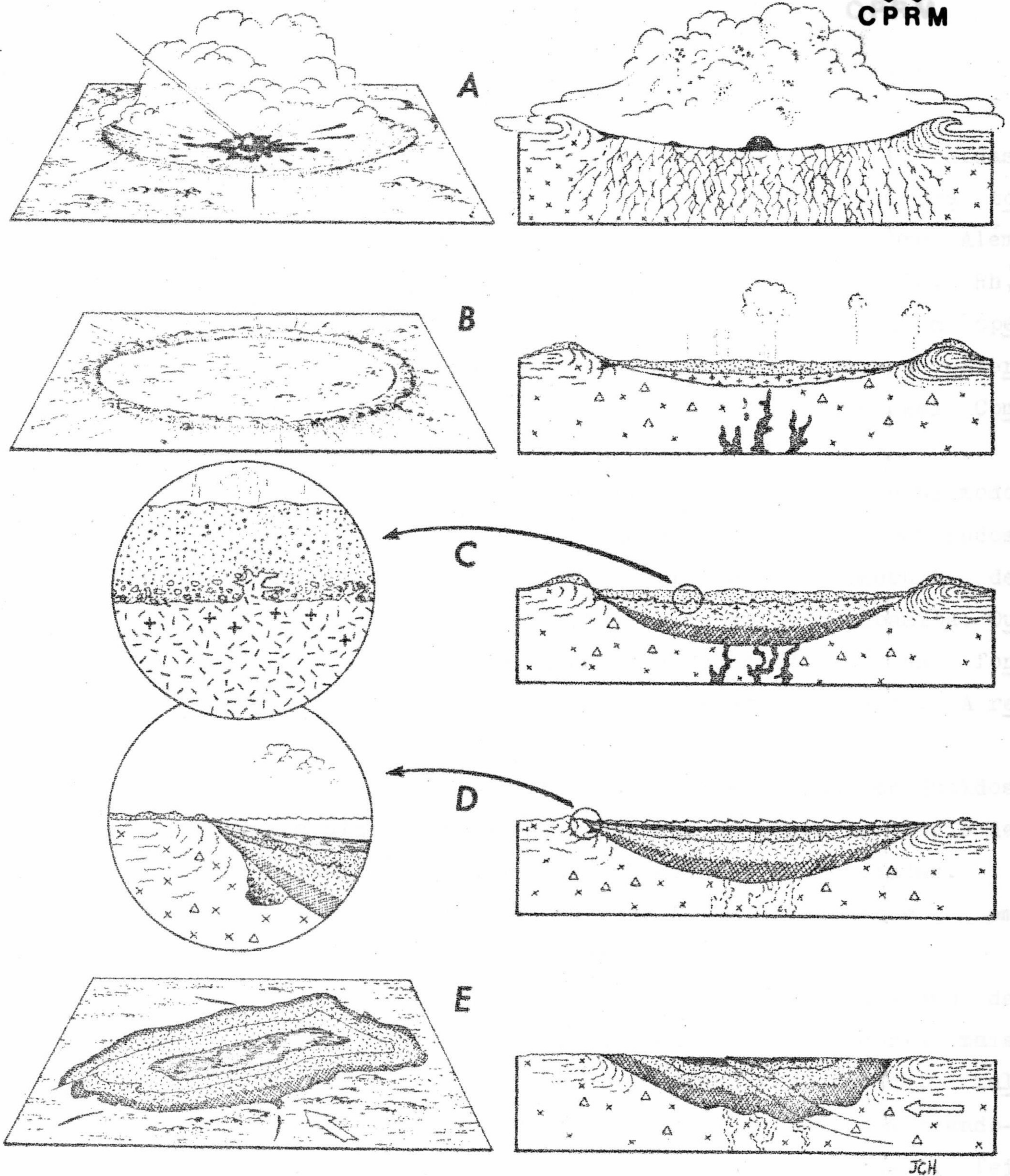
A origem e forma dessa intrusão ainda são motivo de controvérsia, havendo duas teorias principais: a "tradicional" e a "astroproblema". De acordo com SPEERS (1957), a estrutura formou-se por processos explosivos vulcânico-tectônicos, da seguinte maneira: inicialmente, um grande domo de 95km de diâmetro e, envolvendo rocha do Supergrupo Huronian e rocha do embasamento, levantou-se pela presença de um magma; períodos sucessivos de levantamento provocaram a intrusão de diques brechados e, finalmente, deu-se o colapso do topo do domo, com a formação de uma caldeira, deixando escapar magma ao longo dos limites dessa caldeira; posteriormente teria havido a intrusão propriamente dita, que seria, dessa maneira, um evento plutônico tardio de uma manifestação vulcânica.

Mais recentemente, DIETZ (1964), baseado na forma geométrica da intrusão e nas brechas associadas, levantou a hipótese de uma origem a partir de um impacto por meteorito. Essa teoria é corroborada pela presença em toda a volta do corpo "intrusivo" dos chamados shatter cones: estruturas em formas divergentes a partir de um ponto, à semelhança de cones, com esse ponto voltado em direção ao Complexo.

Para THOMSON (1956) o Complexo é uma intrusão em forma de anel, enquanto que WILSON (1956) considera o norito e micropegmatito como as partes superiores de uma intrusão em forma de funil, da qual, os membros inferiores seriam rochas ultrabásicas não aflorantes.

3.2. Geologia Econômica

Os maiores depósitos de Ni e Cu do Canadá estão



JCH

Figure 2: Development of the Sudbury Basin by asteroidal impact, a time-sequence diagram.
 A. Asteroidal impact 1720 million years ago, producing a crater and radial tension cracks.
 B. Laying down of the Onaping microbreccia as a fallout blanket or suevite. A pool of magma is also generated from the target rocks.
 C. Ascent of the Sudbury Irruptive as an impact-triggered magma from the deep crust. The shock-generated melt rock is incorporated into the micropegmatite. The Irruptive differentiates with micropegmatite above and noritic below. Apophyses of micropegmatite invade the overlying Onaping suevite. Emplacement of Irruptive is accompanied by foundering.
 D. The Whitewater sediments (Chelmsford Formation) are laid down as a greywacke deposit in the Sudbury Basin. Detailed sketch shows sulphide deposit emplaced as an impact splash in footwall along with breccia and noritic matrix.
 E. Geologic situation today after distortion by Grenville orogeny and erosional deleveling.

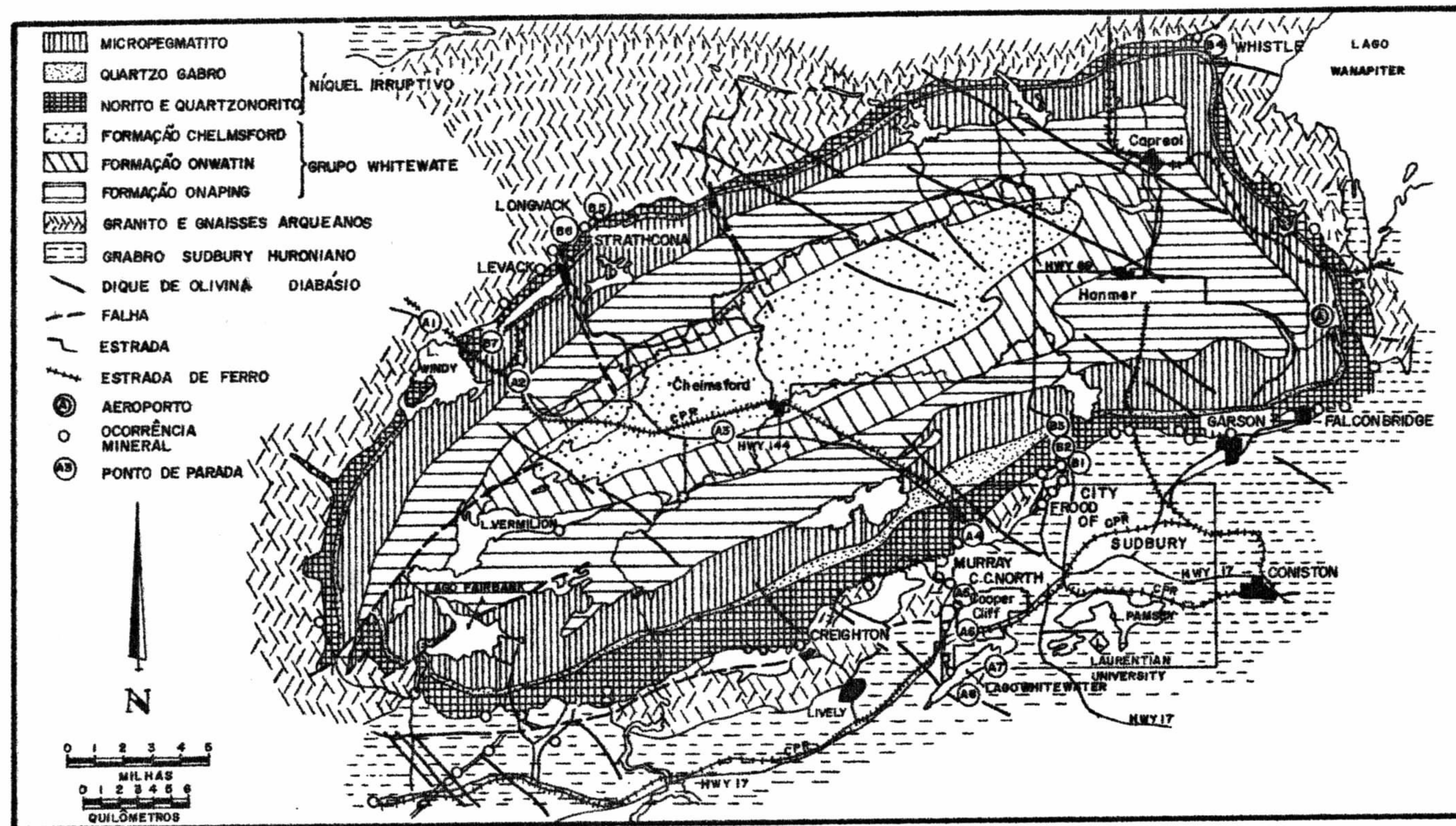
em Sudbury. Cerca de 185.000t anuais de níquel são extraídas daí, perfazendo mais de 70% da produção anual do país. Uma tonelagem aproximada também é produzido em relação ao cobre. Além desses dois metais, Sudbury fornece mais doze: Co, Pt, Pd, Rh, Os, Ir, S, Fe, Se, Te, Au, Ag. Cerca de 20 minas estão em operação na zona norítica ou nos diques quartzo-dioríticos externos. Destas, cerca de 15 pertencem à International Nickel Company of Canada e as demais à Falconbridge.

Os minérios de Sudbury constituem-se, de um modo geral, de: maciços, sulfetos brechados e sulfetos disseminados ou em filetes dentro de silicatos. Os principais minerais de minério são: pirrotita, pentlandita, calcopirita e cubanita. Outros sulfetos menos comuns e arsenietos associados são as fontes de metais do grupo da platina, ouro, prata e cobalto. A relação Ni: Cu é aproximadamente 1:1.

Cerca de 12 bilhões de dólares foram produzidos em Sudbury nos últimos 85 anos, sendo que as reservas totais de minério de níquel são da ordem de 300 milhões de toneladas.

Os depósitos de Sudbury foram descobertos em 1833, quando da abertura de uma estrada de ferro.

Para DIETZ, os depósitos de Ni/Cu locais são de origem cosmogênica, derivados de um meteorito. A teoria mais aceita, no entanto, é de uma origem endogênica provocada, talvez, pelo choque de um meteorito. Ondas de choque, deslocando-se do ponto do impacto, teriam produzido brechação, fusão, feições de choque microscópicas e os "shatter cones", e escavado uma cratera circular. Parte do material explodido teria caído nessa cratera na forma de uma brecha fina mal selecionada. Fraturamento e aquecimento das rochas, e a redução de pressão no manto superior abaixo da cratera, teriam dado origem à ascensão do magma, que teria se colocado entre as paredes brechadas



GEOLOGIA GERAL DO DISTRITO DE SUDBURY

COPIADO DE CARD K.D ET ALII - "GENERAL GEOLOGY OF THE SUDBURY-ELLIOT LAKE REGION", IGC, EXCURSÃO C 386, pg 14, 1972.

da cratera e as brechas finas que preenchem a zona central da depressão.

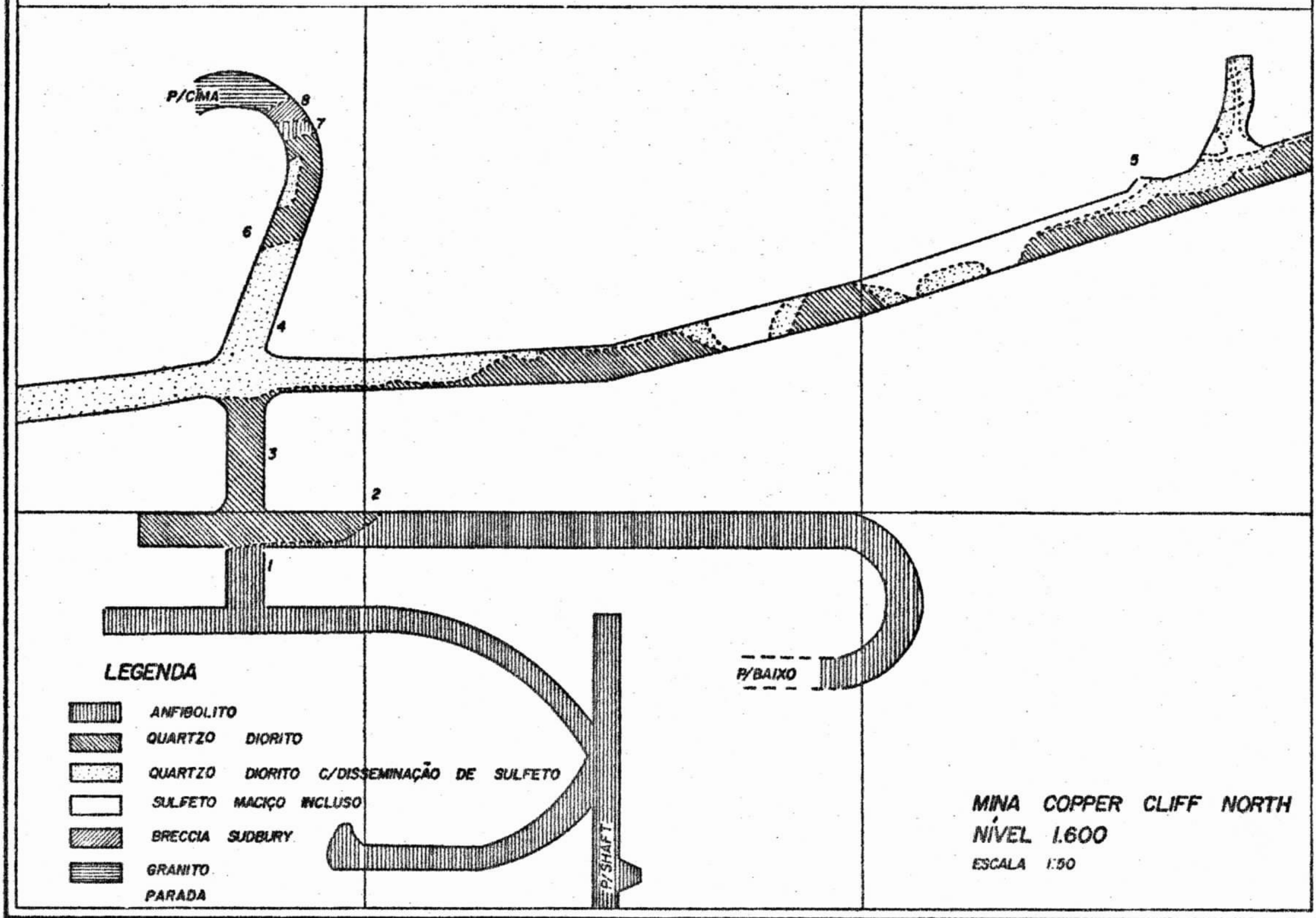
MINAS DE COPPER CLIFF NORTH E CLARABELLE

Estas minas, pertencentes à INCO, localizam-se na parte sul do Complexo, a oeste da cidade de Sudbury, em um dique quartzo-diorítico que parte do corpo principal, mais especificamente da zona norítica, e que é considerado como pertencente ao "sub-layer". Ele tem um máximo de 60m de largura ao longo de 5km de comprimento.

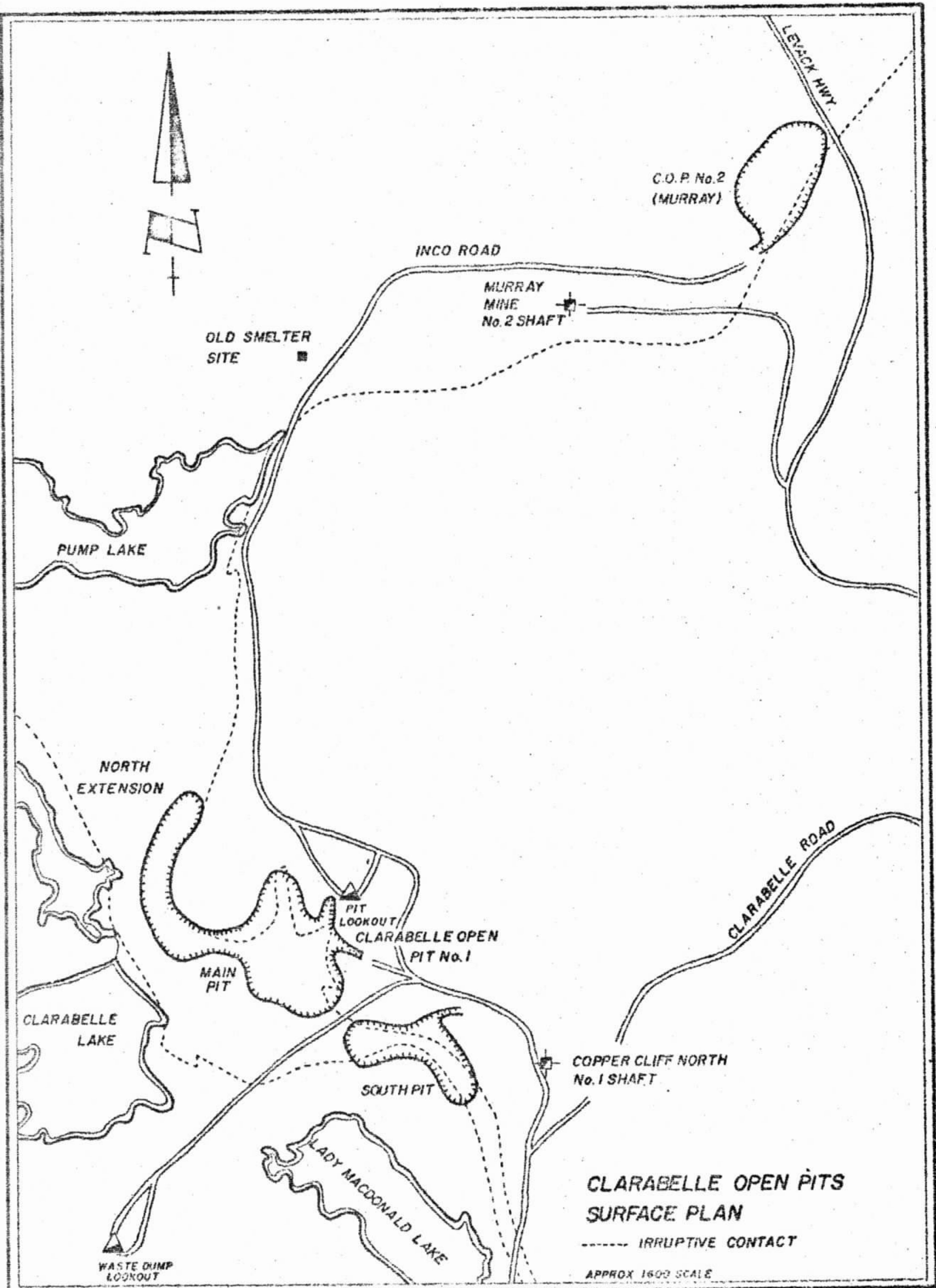
O minério em COPPER CLIFF dispõe-se no dique em forma mais ou menos zonada. Uma seção típica, perpendicular ao comprimento do dique, mostra:

1. Granito
2. Brecha Sudbury
3. Xistos verdes (metavulcânicas)
4. Quartzo diorito
5. Minério disseminado no quartzo diorito
6. Minério maciço
7. Minério disseminado no quartzo diorito
8. Quartzo diorito
9. Hornfels (metavulcânicas) com pórfiros de feldspato.

A mina de COPPER CLIFF é subterrânea, enquanto a de CLARABELLE é a céu aberto. Nesta última, o "open pit" está em uma protuberância do dique principal, na forma de saco. Atualmente ela está com cerca de 35m de profundidade, estando prevista uma profundidade final de 45m. Aqui também se observa a mesma zonação que no dique principal descrito acima.



MAPA OFERECIDO PELA INCO, COPPER-CLIFF NORTH, SUDBURY, 1972



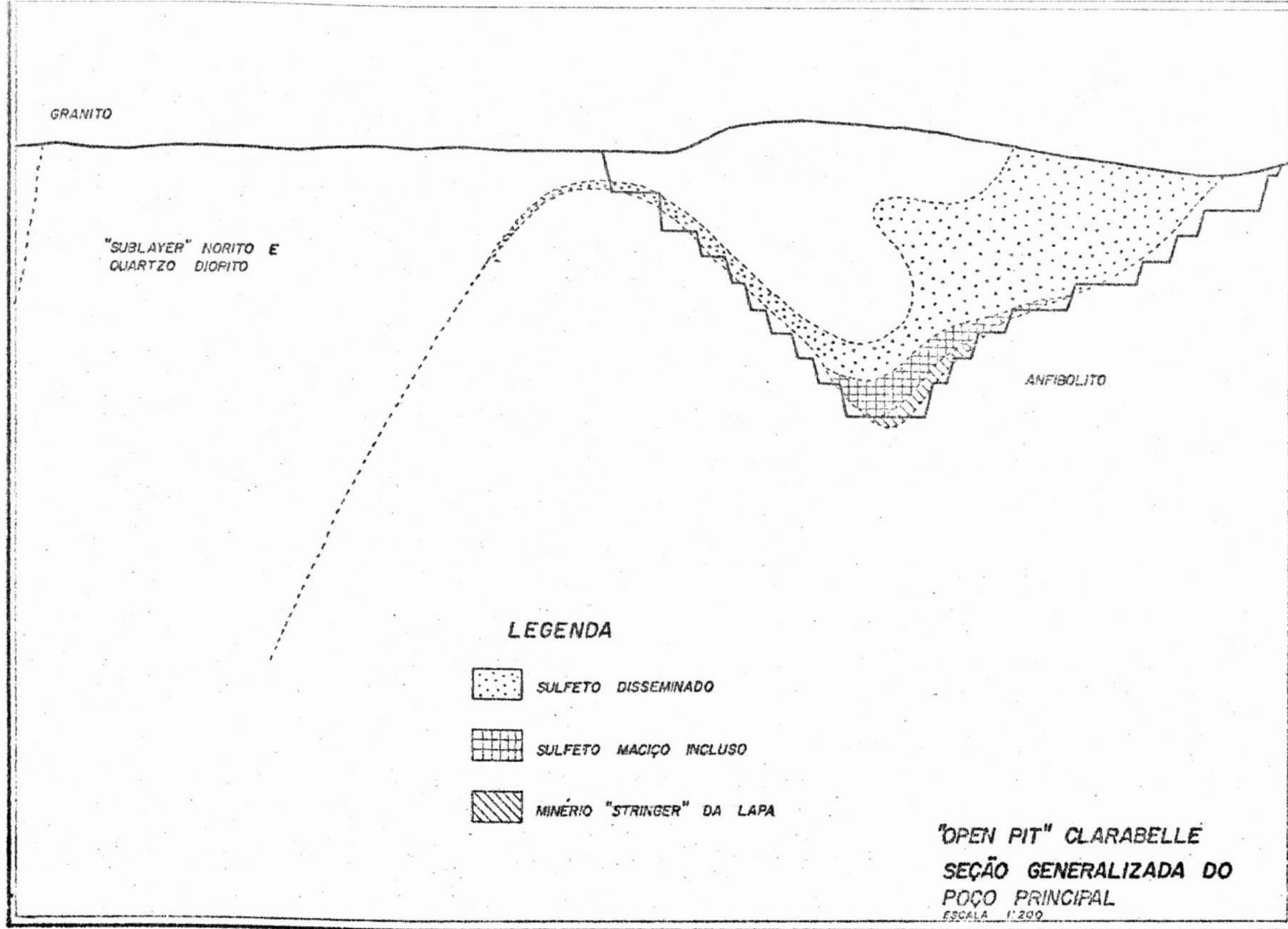
Em ambos os depósitos são reconhecidos os seguintes tipos de minério:

1. Sulfeto maciço
2. Sulfeto maciço com inclusão de quartzo diorito (nos diques) e de quartzo diorito, peridotito e piroxenito no corpo principal ("inclusion massive sulphide e gabro-peridotite - inclusion sulphide", respectivamente).
3. Sulfeto intersticial ("ragged massive sulphide").
4. Sulfeto disseminado
5. Minério "xistoso" ("contorted schist inclusion sulphide"), onde os fragmentos orientados dão um aspecto xistoso ao minério.

A produção nessa área é de 40.000 libras de Ni por ano e outro tanto de Cu. O teor médio de venda aí é de 0,9% Ni, sendo de 0,97% em COPPER CLIFF e de 0,87% em CLARABELLE.

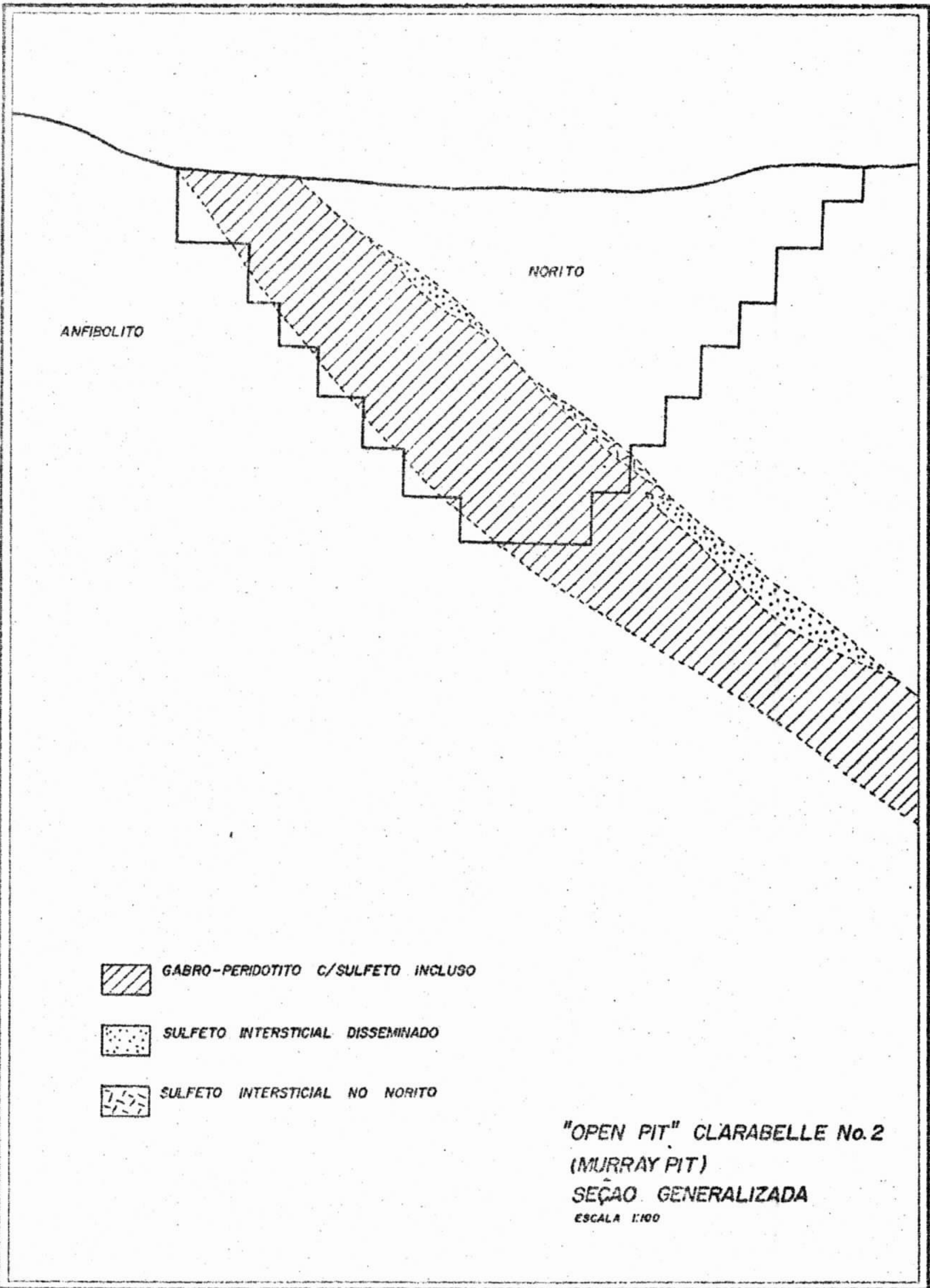
Além dos depósitos de Sudbury, a Província Southern possui mineralizações de U e Th em muitas formações do Supergrupo Huronian, geralmente em conglomerados piritosos. São considerados como depósitos singenéticos de placer.

Na área de Elliot Lake, por exemplo, cerca de 59.700t de U com quantidades menores de Th e Y foram produzidos em 12 minas entre 1954 e 1970.



CROQUIS OFERECIDO PELA INCO, CLARABELLE, 1972





4. PROVÍNCIA GRENVILLE

4.1. Geologia Geral

A Província de Grenville é a mais oriental das províncias pré-cambrianas do Escudo Canadense, desenvolvendo-se de SW para NE, em situação mais ou menos paralela à costa atual do País. Ela limita-se a leste com a Província Superior, a noroeste com as Províncias Nain e Churchill, e a oeste com a Plataforma St. Lawrence.

Nela foram reconhecidas rochas altamente metamorfizadas do Arqueano e Proterozóico, em geral lavas máficas, intermediárias e ácidas, piroclastos, sedimentos quartzo-feldspáticos, transformados em micaxistos, biotita e hornblenda paragnaisse e anfibolitos. Em certos locais, rochas granitóides apresentam-se com fácies granulito. Mármore, quartzitos e formações ferríferas proterozóicas estendem-se em sua porção central. Intrusões básicas (gabros, dioritos), ácidas (granitos), alcalinas (sienitos) e anortosíticas são frequentes. Durante o Cretáceo, novas intrusões alcalinas ocorreram, sendo a mais importante a do Complexo de Oka. Essas últimas se deram já após a principal orogenia da Província: a orogênese Grenviliana, de idade aproximada de 955 m.a. a qual é a mais nova das grandes orogenias pré-cambrianas do citado Escudo.

4.2. Geologia Econômica

Nessa província, os principais depósitos minerais são constituídos de magnetita-hematita (em formações ferríferas altamente metamorfizados), magnetita titanífera (em "skarns" nas bordas de intrusões máficas), magnetita (em calcá

rios), ilmenita (como segregações magmáticas em anortositos), pegmatitos uraníferos (em gnaisses), pequenos depósitos de Au, Pb-Zn, Mo, além de nefelina sienitos, dolomitos e brucita, e os carbonatitos niobanos de Oka.

MINA DE OKA

O Complexo Alcalino de Oka está situado a cerca de 32km a oeste de Montreal, no extremo oeste da chamada Província Petrográfica de Monteregian Hills, que é marcada por uma série de intrusões alcalinas do K inferior. O Complexo tem a forma de uma depressão oval, com cerca de 7,2 por 2km de eixos e é intrusivo em gnaisses pré-cambrianos. Na realidade, parecem existir duas estruturas ovais se interpenetrando e dando uma forma geral de 8 distorcido. As unidades litoestruturais são essencialmente concêntricas definidas por diques em anel ou falhas em cone, havendo uma alternância de rochas da série okaito, da série melteigeito-urtito, da série calcita e da série dolomito-apatítica.

A petrologia do Complexo é rara e variada e as rochas são classificadas em cinco grupos:

a. Rochas carbonáticas - abrangendo cerca de nove tipos mineralógicos diferentes e perfazendo metade da área exposta do Complexo. A maior parte dos tipos são variações de sovitos foliados, minerais como augita sódica, biotita, apatita, nefelina, monticelita, melilita, pirocloro, perovskita, nicolita, richterita, pirita e pirrotita. Somente na parte norte do Complexo aparece comumente o tipo rauhaugito.

b. Melilitos e piroxenitos - que ocorrem apenas no anel do norte e constituem a série okaito - jacupiranguito.

Formam massas côncavas e diques arqueados que variam em composição desde okaito (melilita com alguma nefelina, hauynita, perovskita, apatita, biotita, magnetita e calcita) até nefelina e hauynita okaito, titanaugita nefelina okaito, nefelina jacupiranguito e jacupiranguito.

c. Rochas nefelínicas de diferentes idades. A maior parte são ijolitos (nefelina e piroxênio em iguais proporções), mas também aparecem urtitos (nefelina predominante) e jovititos (nefelina e feldspato alcalino). Os maiores corpos dessas rochas são cortados por veios de sovito.

d. Glimneritos - que ocorrem como zonas dentro e através das unidades litoestruturais, constituindo-se sobretudo de biotita e calcita, com zeolita e carbonatos de terras-raras em menor quantidade.

e. Lamprófiros e brechas intrusivas - que aparecem como diques ou em corpos irregulares.

A sequência paragenética local pode ser assim estabelecida:

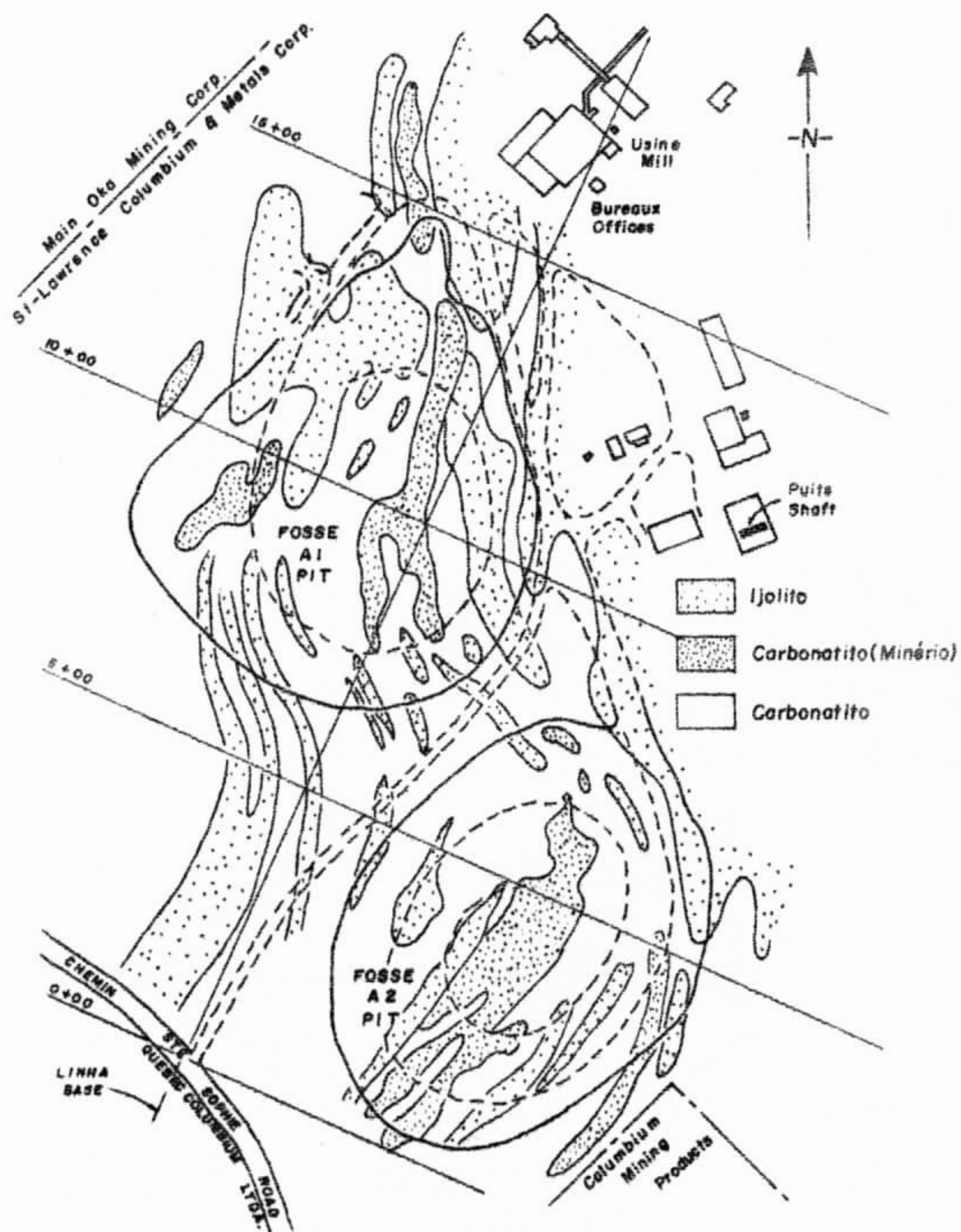
1. Fenitização das rochas gnáissicas por fluidos precursores de intrusão, seguida da colocação de uma fase sovítica na forma de diques e diques em anel;
2. Colocação das rochas okaito-jacupiranguíticas;
3. Intrusão do pirocloro sovito principal, seguido de intrusão de monticelita sovito;
4. Intrusão de diques transgressivos de ijolito e microijolito;
5. Atividade hidrotermal ao longo das fraturas,

causando biotitização e torianização;

6. Intrusão de novos diques de sovito, contendo carbonatos de terras-raras, pirita e galena;
7. Intrusão de diques de diabásio e lamprófiros tardios.
8. Colocação do alnoito, "pipes" de alnoito brechados e diques.

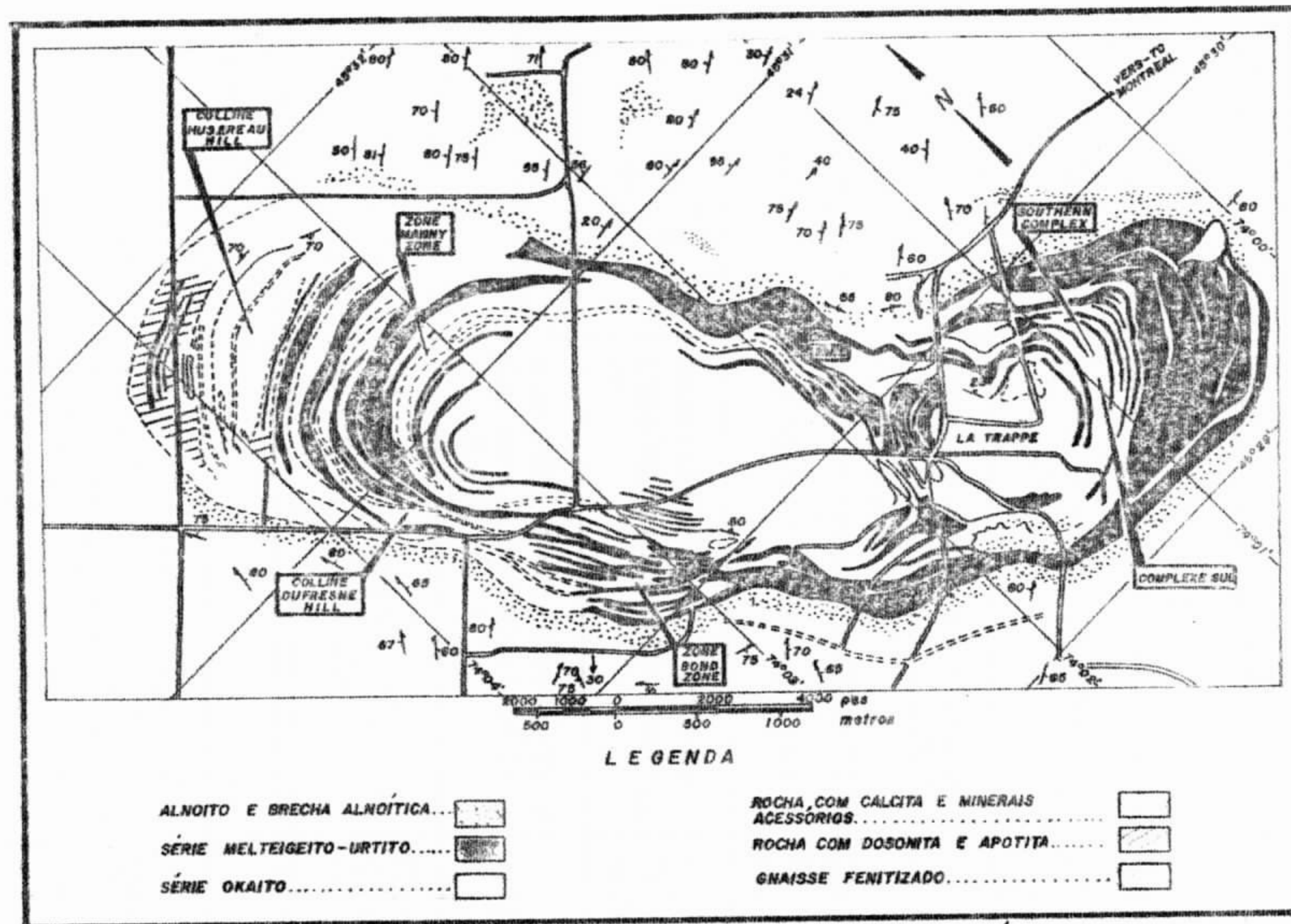
Oka é o primeiro e único produtor de nióbio do Canadá. Ele é extraído a partir de pirocloro, que ainda contém: Ti, Th, U e terras-raras, e ocorre junto com perovskita, magnetita e outros minerais.

Desde o começo da exploração do Complexo, em 1953, foram realizados 440 furos a diamante, sendo delimitadas 6 zonas potenciais para nióbio pela St. Lawrence Columbium and Metals Corporation. Sua produção anual é de cerca de 5 milhões de libras de concentrados de pirocloro. Até o momento foram mineradas cerca de 2,5 milhões de toneladas de minério com teor médio de 0,45% Nb_2O_5 . As reservas são estimadas em 62,7 milhões de t. com cerca de 0,4% Nb_2O_5 , e a exploração é feita a céu aberto.



MAPA GEOLÓGICO DA MINA DA ST. LAWRENCE COLUMBIUM AND METALS CORPORATION

OBS:-RETIRADO DO BOL. DA EXCURSÃO B-II, IGC, 1972, PG. 38



MAPA GEOLÓGICO DO COMPLEXO DE OKA, CANADÁ

COPIADO DE GOLD, D.P. - "THE MONTEREGIAN HILLS ULTRA-ALKALINE ROCKS AND THE OKA CARBONATITE COMPLEX," INTERN. GEOL. CONGRESS, 24 CANADA, 1972, pg 4.

5. ANALOGIA ENTRE OS DEPÓSITOS MINERAIS PRECAMBRIANOS,E OS ESTÁGIOS GEOSINCLINAIS

(Modificado de P.Laznicka)

	ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO	LITOLOGIA	TIPOS DE DEPÓSITOS MINERAIS
TARDIO	Vulcânicas Basálticas Finais	Basalto	Cu Nativo
	Vulcanismo Subsequente	Andesito-dacito-riolito (basalto)	Veios Polimetálicos Sub-vulcânicos e Substituições
	Molassa Final	Conglomerado, arcósio, arenito, calcário, folhelho (terrestres)	Cu em Red Bed
MÉDIO	Grandes Falhas	Intrusões Peridotíticas	Ni. Cu em Peridotito. Veios de Au
	Dobramentos e Intrusões Pequenas	Gabro-diorito, quartzomonzonito, sienito, andesito	Cu Porfirítico Cu Disseminado em andesito
	Sedimentos Interogênicos	Arenito, folhelho, grauvacas, conglomerado, arcósio, calcário, tufo	Sem tipo especial
	Estágio Batolítico (com dobramento)	Quartzo-diorito, gabrodiorito, monzonito	Pegmatitos Skarn com Cu Cu Porfirítico
INICIAL	Dobramento Local		
	Inversão Geossinclinal (Flysch)	Basalto-andesito-dacito-riolito Peridotito, gabro, serpentinó, chert, tufo, conglomerado, grauvacas	Cu-Zn-Au-Ag Maciços Ni Cu, Cr em peridotito, Fe, Au
	Geossinclinal Inicial ou Cordilheiras Basálticas Pregeossinclínicas	Basalto toleítico e calco-alcalino, maior que andesito-dacito, riolito; sills de peridotito e lavas (?) Grauvacas e argilitos, chert	Cu Maciço Ni Cu em peridotito Cr em Peridotito



B. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

II - INTRODUÇÃO

Em linhas gerais, o arcabouço tectônico-geológico dos Estados Unidos da América pode ser resumido na maneira seguinte:

a. uma zona central de depósitos de plataforma sobre rochas do embasamento, e que constitui um prolongamento para sul da Plataforma Interior do Canadá. Esses depósitos cobrem, pro parte, rochas deformadas na orogênese Grenvilliana (955m.a.), como as da Província Grenville do Canadá, na orogênese Hudsoniana (1735m.a.), como as das Províncias de Churchill e Southern, e na orogênese Kenorana (2.480m.a.), como os da Província Superior daquele país;

b. uma zona oriental, prolongamento do Orogen Appalachian do Canadá, que segue, para sul, até o Golfo do México, e que se constitui em zona de dobramentos de mio e eugeos sinclinais fanerozóicos (divididos, em geral, em Appalachian e Ouachita), juntamente com depósitos sinorogênicos e postorogênicos e intrusões graníticas, máficas, ultramáficas etc;

c. uma zona ocidental, bem mais larga que a anterior, constituindo-se no prolongamento para sul do Orogen Cordilleran, e que é formada pelas zonas dobradas das Montanhas Rochosas, contendo depósitos de mio e eugeossinclíneos e grandes derrames de basaltos e rochas associadas, intrusões extensas de natureza granítica, numerosos corpos máficos-ultramáficos e altos vulcões;

d. depósitos sedimentares sobre rochas paleozóicas ao longo do Golfo do México, atingindo a península do Yucatan, ao sul, e toda a costa atlântica do país.

Dessas grandes zonas tectono-geológicas, foram visitadas apenas áreas da segunda e terceira, durante a etapa anterior ao Congresso Internacional do Canadá e durante o Penrose Conference, após o IGC. As ocorrências descritas prendem-se a essas áreas.

1. HUNTING HILL QUARRY

1.1. Geologia Geral

A intrusão de Hunting Hill é de natureza básico/ultrabásica e faz parte de um "serpentine belt" que se extende na porção oriental dos EEUU, desde o estado de Virgínia até a Pensilvânia. Ela está na extremidade SW da área de concentrações de rochas ultramáficas de Maryland-Pensilvânia, próximo do famoso Complexo de Baltimore Gabbro, em Montgomery County, Maryland. Tem forma elíptica, direção N22E, com cerca de 6,5km de comprimento por 1,6km de largura.

A intrusão é constituída por dunito serpentinizado, cortado por diques de gabro alterados a rodingito. Sua idade é ordoviciana (?) e as rochas encaixantes são muscovita-clorita-biotita-quartzo xistos de idade precambriana superior. Os contatos mergulham fortemente para SE, paralelamente à foliação dos xistos. Talco e tremolita xistos são comuns nesses contatos.

Cerca de 80-90% da intrusão é constituída por serpentinito e o restante é rodingito. O serpentinito é de dois tipos:

a. grã fina, cinza-escuro a negro, caracterizado pela presença de magnetita muito fina e poucos agregados grosseiros de cromita e magnetita;

b. grã grosseira, cinza-médio ou cinza-esverdeada, com agregados de magnetita;

Aspecto interessante dessa intrusão é a presença de rodingito, termo usado por MARSHALL (in BELL, CLARKE e MARSHALL, 1911) e mais tarde por GANGER (1927) "para descrever rochas raras, densas, brancas, calco-silicatadas, dentro de ultramafitos serpentinizados da parte superior do vale do rio Roding em Dun Mountain, Nova Zelândia" (LARRABEE, 1969). Para COLEMAN (1966), tais rochas são gabros alterados constituídos, predominantemente, de silicatos de cálcio hidratados e relictos de piroxênio; os rodingitos seriam restritos aos serpentinitos. Para THAYER (1966), o rodingito é uma rocha que consiste, essencialmente de minerais ricos em Ca, como hidrogranada, prehnita, idocrásio, zoisita e clinzoisita, diopsídio, edenita e xonotlita, com clorita como principal mineral de Mg. É um produto de alteração de muitos tipos de rochas, desde queratófiro até do lerito e quartzo-sericita xisto clorítico". No caso de Hunting Hill, no entanto, a rocha original do rodingito parece ter sido um gabro grosseiro (LARRABEE, 1969). O rodingito aparece em forma de diques e massas irregulares de cor branco-rósea a esverdeada, destacando-se no serpentinito, e constitui-se de diopsídio, grossularita, zoisita, prehnita, clorita, clinocloro.

1.2. Geologia Econômica

A pedreira de Hunting Heill vem sendo explorada para agregado para asfalto, bem como para brita simples e agregado para cimento. Ela foi iniciada em 1955, depois de um programa modesto de sondagem, pela Rockville Crushed Stone, Inc.

O material britado, constituído de fragmentos

equidimensionais ou finos, são submetidos a testes de solidez, tamanho de partículas, plasticidade, hidratação, peso específico e composição química.

A mineração é feita, através de bancadas de 12 a 15m de altura e o material resultante da dinamitação é quebrado por "bolas". A maioria dos blocos é reduzida a 60cm de diâmetro antes de entrar na britagem primária. Os fragmentos reduzidos nessa britagem são transportados para um britador secundário e para as peneiras.

Os finos produzidos pela sondagem e dinamitação consistem, principalmente de antigorita fibrosa. Quando úmidos formam uma pasta, e é a natureza fibrosa que apresenta características ideais para o material usado como "preenchimento" no asfalto. As partículas diminutas de magnetita, agarradas às fibras, reduzem a perda ao vento do material (LARRABEE, 1969).

Amostras da pedreira analisadas por RULEY, GROSS e HAFFTY, do USGS (in LARRABEE, 1969), por "fire assay" e espectrografia semiquantitativa, deram os seguintes teores em metais do Grupo da Pt: Pt, 0,005 a 0,010 ppm; Pd, 0,016 ppm e Rh, 0,005 ppm. Tais teores evidenciam apenas interesse científico para esses metais.

2. OESTE DOS U.S.A.

A parte ocidental dos EE.UU. caracteriza-se por uma zona extremamente dobrada e falhada de rochas precambrianas e mesozóicas, com derrames vulcânicos, intrusões graníticas, em corpos com várias centenas de quilômetros de extensão e máfi cas/ultramáficas, em geral alongadas na direção NW-SE, parale las à costa pacífica e quase sempre associadas aos grandes fa lamentos da região (San Andreas, South Fork Mountain, Garlock, Mission Creek, San Gabriel etc.). Embora distribuídos ao longo de toda a zona dobrada, tais ultramáficas aparecem, em maior concentração, ao norte de San Francisco, Califórnia (a oeste do Great Valley); a leste de Nevada City, Califórnia (NW da Sierra Nevada); ao longo da falha de San Andreas e a oeste desta (en tre San Luis Obispo e Monterey, Califórnia); nos Montes Klamath (norte da Califórnia e SW do Oregon); e no centro-oeste do esta do de Oregon (John Day, Grande Ronde etc.).

Durante o Penrose Conference, os participantes tiveram a oportunidade de observar e discutir "in loco" alguns desses corpos ultramáficos tipo-alpino, no intuito de reunir dados e idéias para a compreensão e estabelecimento do termo OFIOLITO, conforme citado no volume I, desse Relatório. Destar te, foram visitados os seguintes locais, pela ordem, do norte para sul (Oregon para Califórnia): Complexo de Canyon Mountain (Oregon), Seiad, Callahan, Round Valley, Feather River, Red Mountain e Burro Mountain (Califórnia), o último não fazendo parte do Penrose Conference, mas sim, em visita especial conce dida ao geólogo Carlos Oiti Berbert, pelos Drs. R.G. Coleman e T.P. Thayer, do USGS.

2.1. Complexo de Canyon Mountain

2.1.1. Geologia Geral

O primeiro e principal estudioso desse complexo foi o Dr. Thomas P. Thayer, do U.S.G.S., tendo aí iniciado o seu interesse pelas rochas ultramáficas, há cerca de 30 anos.

O complexo está situado a SE da cidade de John Day, Oregon; possui cerca de 24km de comprimento por 7km de largura, dispondo-se numa direção geral EW, e compreende rochas desde dunito até albata granito. De norte para sul, ou da base para o topo, há uma gradação de harzburgito, dunito, werhlito e clinopiroxenito, com algum lherzolito, para hiperstênio gabra, troctolito e gabro anortosítico rico em quartzo. A parte gabróica é cortada por pequenos diques e massas de trandjemito, e o bordo sul do complexo foi intrudido por massas alongadas de albata granito. Diques basálticos de tres idades diferentes cortam todo o maciço.

O contato norte do corpo é feito com folhelhos e vulcânicas de idade permiana; ao sul, os gabros entram em contato com queratófiros e quartzo queratófiros porfiríticos cortados por diques basálticos; a leste, uma falha coloca a intrusiva em contato com rochas paleozóicas, serpentinitos e "pillow lavas" e grauvacas não dobradas do Triássico superior.

Embora as rochas encaixantes do complexo de de Canyon Mountain não sejam metamórficas, o peridotito e gabro do corpo evidenciam feições de intenso metamorfismo, mostrando que a intrusão sofreu processos de deformação antes de sua colocação. Para Thayer, ele pode ser classificado como tipo alpino, subtipo harzburgito. A metassomatização do gabro local, pelos diques trandjemíticos é uma constante. Essa metassomati

zação dá origem a uma rocha constituída de plagioclásio (geralmente prenitizado) e anfibólio, adquirindo um aspecto gnáissico, muito semelhante ao da Serra da Jibóia, próximo a Goianira, em Goiás. Relictos de "cumulus texture" podem ser encontrados em alguns afloramentos de werhlito e clinopiroxenito.

2.1.2. Geologia Econômica

O único mineral com algum interesse econômico, na área, é a cromita, explorada durante a 2ª Guerra Mundial. Na chamada Mina Chamber, o minério dispõe-se irregularmente, em três níveis, inclinados e estreitos, onde a estrutura interna da cromita é vertical (mostrando que nem sempre a foliação é guia para a descoberta de um corpo desse tipo, em profundidade). No local, a cromita é fina, com grãos orientados, anédricos, imersos em massa verde de clinopiroxênios e serpentina. "Net" e "occluded textures" podem ser observadas.

A mina hoje está abandonada e o depósito não apresenta maior importância, quer pela sua forma irregular, localização e tonelagem, quer pelo baixo teor em Cr_2O_3 .

2.2. Complexo de Seiad

2.2.1. Geologia Geral

O complexo ultramáfico de Seiad vem sendo estudado por L. Gordon Medaris Jr., da Universidade de Wisconsin. Ele está localizado no condado de Siskiyou, Califórnia, na faixa paleozóica e triássica oriental da província dos Montes Klamath.

O corpo tem a forma de um sill e está associado

com anfibolitos que nos pareceram fazer parte do próprio complexo, antes que suas encaixantes.

Um horizonte metassedimentar divide o complexo de Seiad em duas partes: - o peridotito Kangaroo, a oeste, e o "pluton" West Fork, a leste. O primeiro é constituído de harzburgito com dunito serpentizado, e o segundo, de dunito com peridotito e espinélio peridotito subordinados. As rochas, à exceção de zonas próximas aos contatos ou falhas, não têm serpentização desenvolvida, e as associações minerais apresentam-se em condições de fácies anfibolito a granulito. De um modo geral, o grau metamórfico aumenta em direção ao centro do corpo, localmente aparecendo piroxênio-plagioclásio granulito nas margens e interior do "pluton" do West Fork. Zonas de hornblendito separam as rochas a olivina das rochas anfibolíticas.

O anfibolito associado ao complexo é bem foliado e com boa lineação, com alternância distinta de faixas ricas em hornblenda e em plagioclásio. Veios quartzo-feldspáticos cortam-no em todas as direções. Próximo ao contato com o peridotito existem "fragmentos" e "stringers" da ultrabásica no anfibolito e, por reação de ambas as "rochas", formam-se ao redor desses "fragmentos" e "stringers" coroas de hornblenda grosseira.

Os granulitos do interior do complexo são considerados por MEDARIS, JR como restos desse anfibolito metamorfizado pela intrusão. Em alguns locais eles são cortados por pegmatitos básicos, melanocráticos, constituídos por cristais de hornblenda de 6-7cm de comprimento, dispostos em roseta, e alguns piroxênios e plagioclásio.

MEDARIS, JR acha ainda que o complexo de Seiad foi intrudido sob condições de alta temperatura durante metamorfismo e deformação regionais e que as associações minerais cor

respondentes teriam ficado obscurecidas parcialmente por associações de mais baixa temperatura.

2.2.2. Geologia Econômica

Assim como em Canyon Mountain, o único mineral com certo interesse econômico em Seiad (também alpino como aquele) é a cromita.

Na mina visitada (Mina Seiad) o minério está em dunito (de cor amarelada quando alterado), e constitui-se de lentes centimétricas em largura e de agregados isolados, muito dobrados e brechados. Em muitos casos, pode-se notar a destruição quase completa desses leitos por "shlieren".

A ocorrência, embora menor em tamanho, assemelha-se muito à do Complexo de São José do Tocantins, em Niquelândia, Goiás.

Da mesma maneira e pelas mesmas razões que em Canyon Mountain, a mina encontra-se abandonada.

2.3. Complexo de Callahan

2.3.1. Geologia Geral

O complexo de Callahan tem sido estudado por E. Moores, da Universidade da Califórnia, e por Nancy Lindsley, esta em trabalho de tese.

Ele se situa a SE da cidade de Yreka, no norte da Califórnia, ainda na região dos Montes Klamath (a S de Seiad).

Dos complexos visitados é este o que mais seme

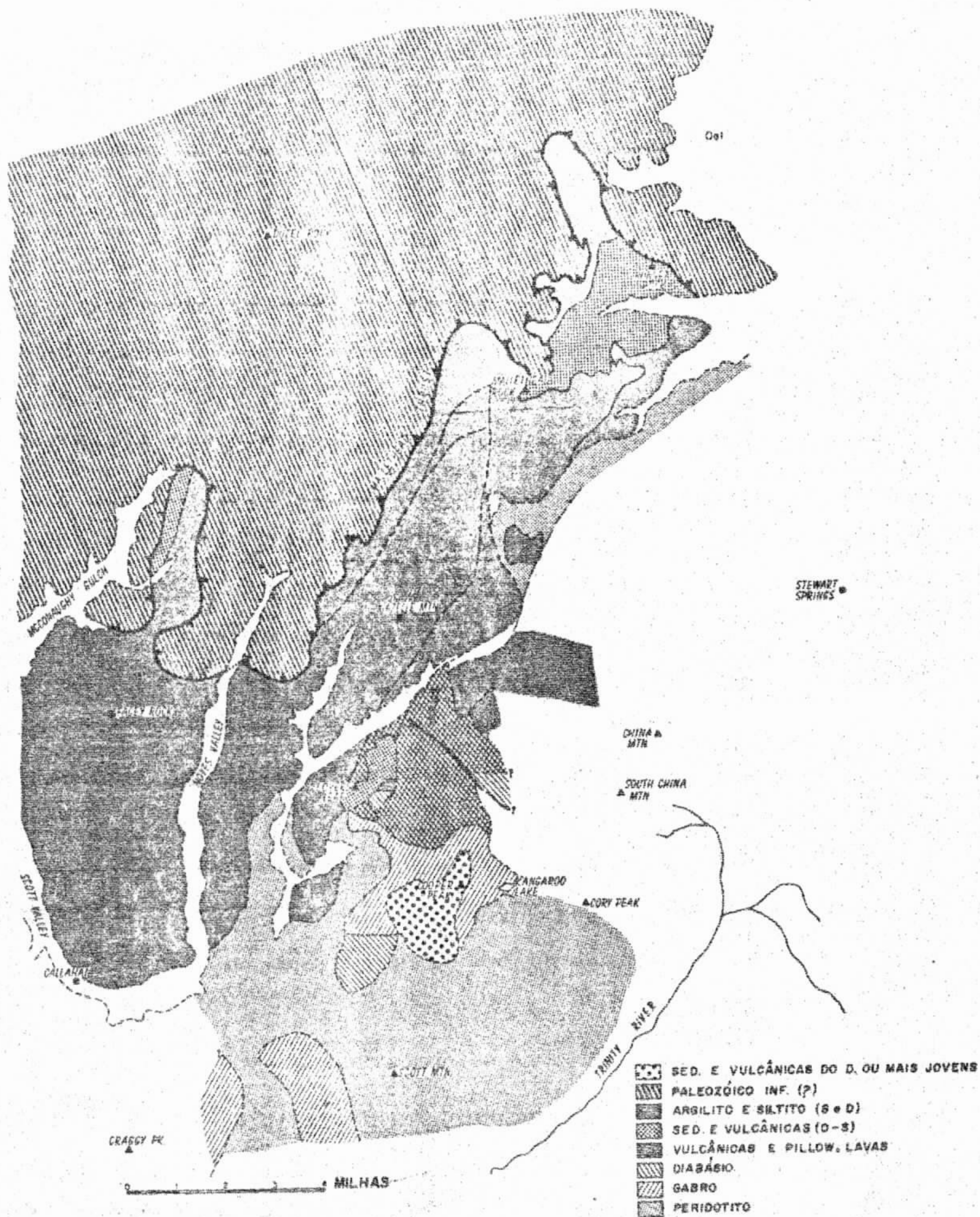
lhança guarda com Canyon Mountain, sendo de natureza máfica/ultramáfica, do tipo alpino, e constituindo-se, da base para o topo, de peridotito, gabro e diorito. Como em Canyon Mountain, diques ácidos e trondjemíticos cortam suas rochas. Os contatos entre as unidades principais, apesar de irregulares (com "projeções" de uma em outra), são bruscos. O peridotito é de natureza lherzolítica em geral e encontra-se serpentizado. Diques de piroxenito, gabro pegmatítico e hornblendito são também comuns.

O complexo está parcialmente coberto por lavas de composição basáltica e andesítica, de cores cinza e avermelhada, amigdalóides, sobre as quais existem grauvacas cinza-esverdeadas, duras, com fragmentos de calcário, calcita e sílex.

2.3.2. Geologia Econômica

O complexo não possui depósitos econômicos conhecidos. Foi observada, apenas em uma zona de falha, ocorrência de malaquita, pesquisada por trincheira, com algum ouro associado, e abandonada.

MAPA GEOLÓGICO DE CALLAHAN, CALIFÓRNIA



COMPILADO POR NANCY LINDSLEY-GRIFFIN, A. W. POTTER, D. M. ROHR E J. R. GRIFFIN
 BASEADO EM TRABALHO DE CAMPO 1970-72 E EM STRAND, 1963, ZDANOWCZ, 1971
 DADOS PALEONTOLÓGICOS POR A. J. BOURGOT E ASSOCIADOS

2.4. Complexo de Red Mountain

2.4.1. Geologia Geral

O complexo de Red Mountain situa-se a SE de San Francisco, próximo à cidade de Livermore, na Califórnia, e tem sido estudado por R.G. Coleman, do USGS.

Trata-se de um maciço máfico/ultramáfico, do tipo alpino, dobrado, no qual as rochas ultramáficas, constituídas de harzburgito e dunito, parcial ou total, serpentinizadas, ocupam a parte axial de uma sinclinal de eixo EW. Piroxenito, gabro e wehrlito aparecem na forma de pequenos corpos ou diques dentro dos ultramafitos citados. Sobre essas rochas existem gabros com "cumulus textures", também cortados por diques básicos. Ao contrário dos dunitos e harzburgitos, tais gabros não apresentam fabric metamórfica. O topo desse complexo é, possivelmente, representado por lava queratofírica, sobre a qual repousam sedimentos mesozóicos. Os contatos do maciço com as encaixantes (S sup a K) são sempre falhados e cizalhados. Estas encaixantes têm baixo metamorfismo localmente e são constituídas por rochas sedimentares e vulcânicas da chamada Fm. Franciscan, apresentando desenvolvimento de jadeíta, lawsonita e glaucofânio.

2.4.2. Geologia Econômica

Como nos complexos anteriores, o de Red Mountain apresenta depósitos de cromita sem maior interesse.

2.5. Complexo de Burro Mountain

2.5.1. Geologia Geral

O complexo de Burro Mountain, tipicamente alpino, tem sido motivo de estudos por geólogos do U.S. Geological Survey de Menlo Park, Califórnia, como LONEY, HIMMELBERG e COLEMAN.

Ele está localizado a SE de Monterey, Califórnia, na margem leste de um cinturão eugeossinclinal, constituído por rochas da Fm. Franciscan, anteriormente citada, que se estende por cerca de 160km, com direção NW, ao longo da costa da Califórnia, de Santa Bárbara a Point Sur. Essa parte do cinturão que contém o complexo de Burro Mountain é um bloco tectônico denominado Bloco Nacimiento, no qual a Fm. Franciscan constitui o embasamento (BARLOI et alii, 1964 in LONEY et alii, 1971). Tal bloco é limitado, a leste, por um outro de igual tamanho, no qual as rochas do embasamento são graníticas e metamórficas de alto grau (Bloco Salinian; COMPTON, 1966 in LONEY et alii, 1971). Segundo BAILOY et alii (1964) esses dois blocos - Nacimiento e Salinian - são separados pela Falha Nacimiento, a qual limita o contato oriental do complexo de Burro Mountain.

A Fm. Franciscan, na área do complexo, é intensamente cizalhada e consiste de lentes e blocos tectônicos resistentes, de centímetros a dezenas de metros de diâmetro, formados principalmente por grauvacas, mas também por "greenstone", metachert, "blueschist" e anfibolitos, imersos em matriz fina, cizalhada. A essa mistura dá-se o nome de "mélange", utilizado por HSU (1966, 1968, in LONEY et alii, 1971). As grauvacas têm grau metamórfico correspondente à zona de pumpellyita de metamorfismo regional, de BLAKE et alii, 1967 (matriz recristalizada em mica, clorita e pumpellyita; feldspato-K e plagioclásio

-Ca alterados a albita, mica e quartzo); as demais rochas do "mélange" têm grau metamórfico maior. A posição atual desses blocos resultou de transporte tectônico.

A leste do complexo aparecem arenitos arcóscicos, conglomerados e siltitos incluídos no Grupo Asuncion, de TALIA FERRO (1943, in LONEY et alii, 1971), de idade cretácica superior.

O peridotito de Burro Mountain constitui, na realidade, uma grande lente ou bloco tectônico no "mélange" derivado na maior parte da Fm. Franciscan.

O complexo de Burro Mountain é uma massa de harzburgito-dunito serpentinizado com ortopiroxenito secundário. Ele tem um diâmetro aproximado de 2km e uma forma ligeiramente circular, apresentando uma zona marginal (10-15m de largura) de serpentinito cizalhado, contendo blocos pequenos de serpentinito não cizalhado, e uma zona mais interna (200m de largura) de serpentinito maciço falhado. De igual sorte, o grau de serpentinação diminui para o interior do corpo. Mais do que no dunito (que forma cerca de 40% do corpo), a foliação no harzburgito (cerca de 60% do corpo) é proeminente. O dunito apresenta-se ora em corpos irregulares, ora em corpos tabulares. Embora esses corpos maiores sejam alongados paralelamente à foliação do harzburgito, em detalhe é flagrante a discordância de seus contatos com a foliação citada, evidenciando belíssimos exemplos comparáveis às discordâncias de direção entre xistosidade e acamamento em rochas metamórficas. De qualquer maneira, a foliação do dunito é sempre paralela à do harzburgito.

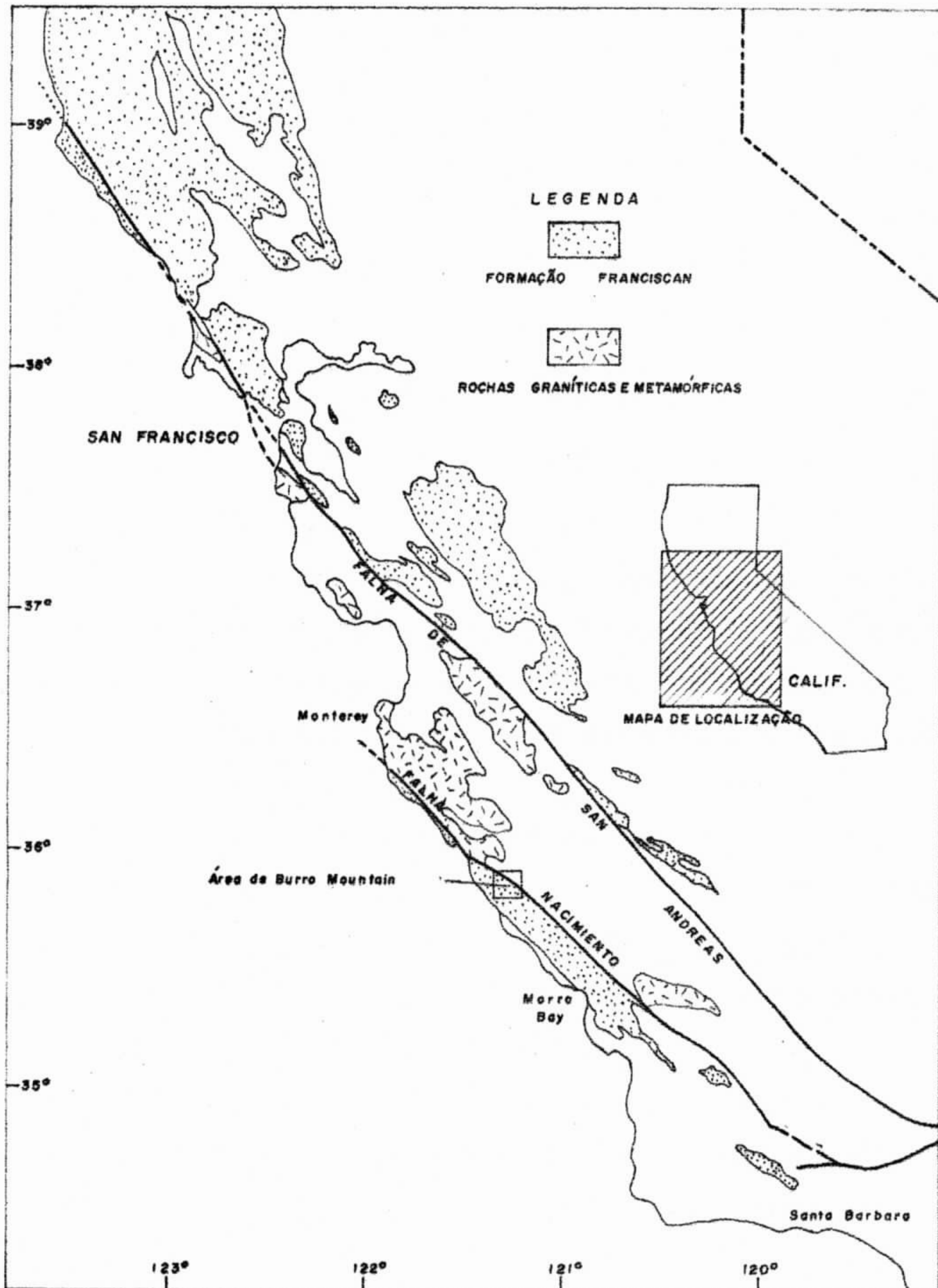
Os ortopiroxenitos aparecem apenas como diques e sills de 1-4cm de largura.

As rochas do complexo de Burro Mountain (dunito e peridotito) expõem dois tipos de estrutura: a de origem "su

perficial" (principalmente fraturas, controladas por orientação preferencial da olivina) e as de origem "profunda", em cuja formação estiveram envolvidas deformação plástica e recristalização de olivina, piroxênio e cromo-espinélio, sob condições de stress não-hidroestático.

A história geológica de Burro Mountain pode ser resumida nas seguintes fases: cristalização primária, deformação no manto superior e recristalização, intrusão tectônica e serpentização.

Economicamente o complexo de Burro Mountain não apresenta interesse.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO COMPLEXO DE BURRO MOUNTAIN, CALIFÓRNIA, U.S. A.

OBS: - RETIRADO DO JOURNAL OF PETROLOGY, V. 12, Nº 2, pg. 247

3. COMPLEXOS ALCALINOS NO COLORADO, USA

No centro-sul do estado do Colorado, a sul de Denver, entre as cidades de Canon City e Westcliff, aparecem dois complexos de natureza alcalino-ultramáfica: McClure-Iron Mountain e Gem Park. Eles estão situados nas chamadas Wet Mountains e têm sido motivo de estudos, a partir de 1963.

3.1. McClure - Iron Mountain

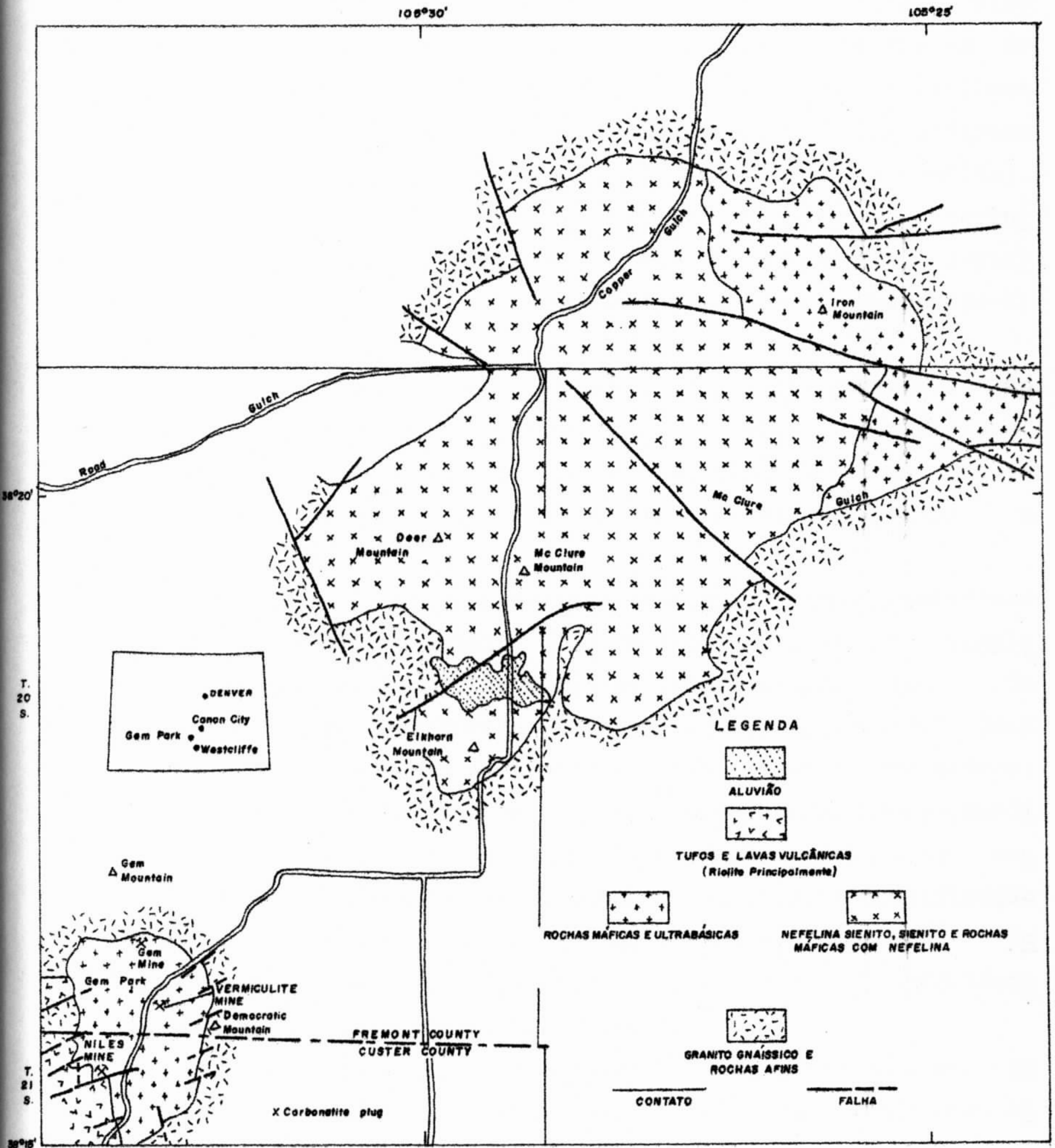
3.1.1. Geologia Geral

Embora descritos separadamente em algumas publicações como complexos de McClure Mountain e Iron Mountain, esses dois maciços nada mais são do que um só, no qual o primeiro é formado por rochas de natureza sienítica e o segundo por rochas máficas-ultramáficas.

Os primeiros estudos sistemáticos da ocorrência devem-se a PARKER e HILDEBRAND, 1963 (in SHAWE e PARKER, 1967) e HEINRICH e DAHLEM, 1966 (in SHAWE et al, op.cit.), especificamente na porção alcalina do complexo. SHAWE e PARKER (1967) estudaram a porção máfica-ultramáfica.

O complexo McClure-Iron Mountain tem a forma ovalada, eixo maior com cerca de 10km e direção NE. Cerca de 1/4 do maciço constitui a parte máfica-ultramáfica que se dispõe em sua extremidade NE, e o restante são sienitos e rochas relacionadas.

Três tipos litológicos principais formam a massa de McClure Mountain: biotita-hornblenda sienito, rochas máficas a nefelina e nefelina sienito. As rochas máficas-ultramáficas de Iron Mountain consistem de uma série de tipos gradacio



MAPA GEOLÓGICO DOS COMPLEXOS DE GEM PARK E McCLURE MOUNTAIN, FREMONT E CUSTER COUNTIES, COLORADO, U.S.A.
OBS: - RETIRADO DO GEOL. SURVEY, PROF. PAPER 649, pg 2.

nais entre si, compostos principalmente por plagioclásio, piroxênio, olivina e magnetita em diversas proporções, e variam de gabro a piroxenito, dunito, anortosito e magnetita titanífera (a existência de dunito, na área, é duvidosa; a rocha indicada pelo Dr. Shawe como tal, trata-se, na realidade de troctolito). Entre os minerais acessórios estão anfibólio, biotita, espinélio verde, pirita, apatita, esfeno, rutilo, serpentina, aegirina, anfibólio azul, clorita, carbonato, sericita, feldspato-K, zircão e zeolita (?).

O complexo é intrusivo em granito-gnaisses, anfibolitos e outras rochas metamórficas de idade precambriana. Sua idade tem sido considerada precambriana a cambriana. Diques de sienito porfirítico, bem como de nefelina sienito, cortam o maciço.

Enquanto em McClure as rochas parecem constituir uma massa, em Iron Mountain elas se dispõem em leitos regulares alternados entre si, às vezes em sequência completa da base para o topo (peridotito-piroxenito-gabro-anortosito). Tais leitos variam de poucos centímetros a várias dezenas de metros. As rochas têm grã média, embora localmente possam ser pegmatóides. Os leitos apresentam ainda uma foliação paralela ao acaamento, estratificação composicional e rítmica, estratificação gradacional e cruzada, a exemplo das rochas sedimentares. "Cumulus textures" são frequentes, sobretudo entre plagioclásio-magnetita e plagioclásio-anfibólio.

Intrusões discordantes no complexo são, em geral, de piroxenito e anortosito, além dos diques sieníticos citados. Falhamentos são abundantes.

Considerado à parte, Iron Mountain assemelha-se a outros complexo máficos, como Skaergard (Groenlândia), Stillwater (Montana) e Duluth Gabbro.



3.1.2. Geologia Econômica

O único mineral econômico conhecido em Iron Mountain é a magnetita titanífera.

Esse depósito foi explorado, em pequena escala, por volta de 1872 e em 1961 foi objeto de levantamento magnético por parte do U.S. Bureau of Mines (BECKER et alii, 1961).

Algumas outras prospeções foram feitas no local e o minério mostra, às vezes, sulfetos de Fe e Cu disseminados, e pelo menos uma ocorrência de fluorita e galena em veio. Nenhum desses depósitos, no entanto, é minerável.

3.2. Complexo de Gem Park

3.2.1. Geologia Geral

O complexo de Gem Park está situado a cerca de 14km a SW de McClure Mountain e tem sido estudado por PARKER e SHARP desde 1962, quando ali foi descoberta lueschita (mineral de nióbio). Ele tem a forma ovalada e cobre uma área de 5km², também nas chamadas Wet Mountains, Colorado.

As rochas de Gem Park são consideradas como relacionadas às de McClure Mountain e, como estas, são intrusivas em gnaisses, anfibolitos e outras rochas metamórficas de idade precambriana. A borda sul do complexo está em contato com vulcânicas de idade terciária.

De um modo geral, o complexo de Gem Park é constituído de piroxenito, gabro e rochas associadas, pegmatitos nefelina-sieníticos, diques de lamprófiro e sienito porfirítico, bem como de carbotatitos e fenitos.

Os piroxenitos são de dois tipos: grosseiro, for

mando uma zona periférica nas bordas N, E e S e massas descontínuas por todo o complexo; e médio. Na parte central, tais rochas dispõem-se concentricamente e incluem pequenos corpos gábricos. São compostos essencialmente de clinopiroxênio, anfíbólio, labradorita e, acessoriamente, contêm magnetita, apatita, esfeno, pirita e calcopirita. Localmente são alterados, apresentando carbonato, clorita, biotita marrom e serpentina (?).

Os gabros constituem grande parte do complexo, na mesma proporção que os piroxenitos; aqueles incluindo massas destes e vice-versa. No entanto, predominam na metade sul do corpo intrusivo. Apresentam-se em vários tipos, dependendo das proporções de piroxênio, plagioclário e olivina, e do tamanho dos grãos (piroxênio gabro, troctolito, gabro anortosítico etc.). Em essência são compostos de labradorita, clinopiroxênio, olivina, anfíbólio marrom, magnetita e, acessoriamente, apresentam esfeno, apatita e wollastonita (?). Localmente incluem pequenas massas irregulares de anortosito.

Pegmatito nefelino-sienítico foi encontrado em uma única área, próxima ao centro do complexo, intrusivo em piroxenito. É constituído essencialmente de pertita, nefelina, piroxênio, natrolita, analcita, sodalita, magnetita e esfeno.

Lamprófiros e sienitos pórfiros aparecem esparsamente no complexo. Os primeiros são classificados como essartitos e são constituídos de oligoclásio, clinopiroxênio, magnetita, anfíbólio, carbonato e clorita. Os segundos contêm fenocrístais de feldspato calco-potássico (até 0,8cm de tamanho) em matriz do mesmo mineral.

Carbonatito aparece abundantemente em diques e corpos irregulares, alguns atingindo as rochas encaixantes do complexo. Os diques atingem até 4,5m de largura e 300m de com

primento, e podem ser classificados como beforsitos (de acordo com VERWOERD, 1966, in PARKER e SHARP, 1970). Esses diques podem ser divididos em dois grupos, de acordo com sua atitude: os paralelos ao contato SE do complexo, dispostos mais ou menos concentricamente, e os perpendiculares aos primeiros, dispostos radialmente. Tais atitudes podem ser reflexo da estrutura do complexo ou de uma massa carbonatítica central. Embora a composição desses diques seja dolomítica, eles podem também ser agrupados nas seguintes classes, com base nos acessórios: dolomito-pirocloro (os mais abundantes), dolomito-apatita, dolomito-anfibólio azul-pirocloro e dolomito-barita-monazita (esses, normalmente, 10-30 vezes mais radioativos que os gabros encaixantes). Cerca de 25 minerais diferentes foram reconhecidos nos carbonatitos de Gem Park, sendo os mais importantes: dolomita, calcita, estroncianita, apatita, monazita, ancyllita, pirocloro, columbita, esfalerita, pirita, e anatásio. Entre os minerais dos fenitos, os mais importantes são: lueschita, fersmita, natroniobita, monazita, torianita, vermiculita, perovskita, natrolita, analcima e sodalita.

3.2.2. Geologia Econômica

O potencial econômico de Gem Park continua grande e desconhecido, uma vez que não há pesquisas nesse sentido atualmente. Concentrações de nióbio, tório, terras raras, fósforo, vermiculita, ferro, cobre, prata e níquel foram cadastradas, mas não estudadas. As maiores possibilidades para nióbio (além dos diques de carbonatito e fenitos) estão na possível presença de um corpo carbonatítico central, fonte dos diques. As mesmas possibilidades existem no caso de concentrações econô

micas de Th, terras raras e P. O cobre aparece, na forma de calcopirita, nos piroxenitos grosseiros da periferia do complexo, e a vermiculita chegou a ser "garimpada" nas chamadas Vermiculite Mine (parte central do corpo), Gem Mine (norte do corpo) e Niles Mine (SE do corpo), onde o mineral, concentrado em "diques", substitui as encaixantes, sobretudo gabros.



C. BRASIL

III - CONCLUSÕES

Passado quase um ano do estágio experimentado por esse geólogo, muitas das conclusões e sugestões que poderiam ser dadas, começam, por um processo normal de desenvolvimento geológico do país, e devido sobretudo aos trabalhos que a CPRM vem realizando, a ser aplicados.

De qualquer maneira, não se justificaria concluir esse relatório sem as sugestões para o caso brasileiro.

O estágio, como já dito anteriormente, atingiu em pleno os objetivos propostos, possibilitando a visita e estudo de situação e problemas (solucionados) semelhantes ao nosso país, como: os cinturões vulcânicos, os complexos ultrabásicos mineralizados a cobre, níquel, platina, cromo etc..., as regiões precambrianas, as infra-estruturas estabelecidas para a mineração, no Canadá; as ultrabásicas pouco mineralizadas da costa pacífica, os complexos alcalinos do Colorado, nos U.S.A.

Acreditamos que o Canadá, assim como a Austrália e a África do Sul, atingiram a posição privilegiada no campo da mineração, em tempo recorde, graças a uma extrema objetividade. No caso do primeiro país citado, essa objetividade resumiu-se em:

- a. seleção de áreas precambrianas (Escudo Canadense);
- b. levantamentos aéreo-geofísicos (magnetometria e gravimetria);
- c. seleção de áreas anômalas (em geral as de tamanho médio, já que as maiores normalmente correspondem a depósitos grafitosos e as menores têm menores possibilidades);
- d. mapeamento geológico local, trabalhos de geofísica de detalhe e sondagem, nas anoma

lias escolhidas.

Pode-se mesmo dizer que o mapeamento regional do país, somente agora, quando as grandes linhas já estão definidas, começa a ser realizado, timidamente. Como esse processo, conseguiu o Canadá eliminar, de maneira rápida, as áreas desinteressantes para a pesquisa mineral e concentrar esforços naquelas que realmente oferecessem maior probabilidade de mineralização.

Não queremos, com isso, dizer que o mesmo processo geofísico utilizado pelo Canadá operará milagres em nosso país. Há que considerar a grande cobertura vegetal e laterítica das áreas precambrianas brasileiras. Estamos convictos, no entanto, que a utilização de uma combinação de processos indiretos (geofísica + geoquímica), baseada em dados e interpretações objetivas, voltadas à descoberta de depósitos minerais é imprescindível. Para tanto, torna-se necessário:

a. treinar um número cada vez maior de técnicos na utilização desses processos, técnicos esses que possam adaptá-los às condições tropicais do Brasil;

b. estabelecer áreas-teste para a aplicação de métodos, áreas estas localizadas em pontos-chave do país. geomorfologicamente distintos. Sugerimos as seguintes regiões gerais: uma no nordeste (região com topografia não muito acidentada, sem laterização desenvolvida), uma no sul do Pará (região coberta de floresta e com manto de decomposição espesso), uma em Goiás (região com extensa cobertura laterítica) e uma no litoral de São Paulo (região topograficamente acidentada, com cobertura vegetal grande);

c. estimular a aplicação de sondagem em áreas anômalas, em furos locados previamente com base geológica, e nunca a esmo;

Botou ferendo!!!

d. deixar as elocubrações geológicas fluidas para o futuro, e utilizar a estratigrafia, estrutural, geomorfologia, petrografia etc., como alicerces para a pesquisa mineral. Acreditamos que o tamanho dos grãos dos arenitos Bau ru, Botucatu, Aquidauana, ou a mineralogia dos gnaisses da Guanabara tenham poucas possibilidades de auxiliar na descoberta de novos depósitos minerais;

e. dar à geologia estrutural de campo a importância que ela realmente merece, trazendo ou levando pessoal para treinar ou ser treinado, na prática, nesse assunto. Costuma-se dizer, no Canadá, que o estágio de desenvolvimento mineral em que se encontra o país poderia ter sido atingido muito antes, se os geólogos de lá não tivessem confundido, durante muitos anos, foliação metamórfica com acamamento primário;

f. concentrar todos os esforços na pesquisa dos metais não ferrosos, sem preocupação de gastos, atacando as áreas com reais possibilidades para Cu, Pb e Zn principalmente.

Isto mesmo baiano

Entre as regiões do Brasil que merecem maior atenção, permitimo-nos sugerir as seguintes:

1) Sul do Pará

Consideramos essa área como a mais importante atualmente no país para a pesquisa mineral, juntamente com a região de Jacobina, na Bahia. Naquela, os esforços deverão ser concentrados entre os rios Araguaia e Tapajós, na procura de depósitos sulfetados de Cu, Ni, Zn, Pb e de Cr, Pt, Fe e Mn.

Essa região apresenta, preliminarmente, as mesmas condições ideais encontradas nas áreas minerais de Canadá, Austrália e África do Sul:

- depósitos vulcânico-sedimentares com associações basálticas, andesíticas e dacíticas (?), arenitos, arcólios, tufos, etc.;

- formações ferríferas (Serras dos Carajás);

- intrusões ultrabásicas;

- intrusões graníticas;

- dobramentos e falhamentos favoráveis às concentrações de sulfetos;

- encontro de estruturas ("blocos" Araguaia - Tocantins e Araguaia - Xingu), a maior das quais visível em imagem do RADAM, nos limites dos estados de Goiás e Pará;

- notícias de galena, pentlandita, calcopirita, pirita, monazita, nas áreas do Xingu, Xambioá, Sta. Isabel do Araguaia, Arapoema.

Nessa área, atenção especial deve ser dada ao estabelecimento da estratigrafia dos derrames vulcânicos, conforme mencionado na página desse relatório.

Tal região poderia conter num novo Thompson belt.

2) Jacobina - Campo Formoso, Bahia

Essa área possui um dos maiores complexos estratiformes do mundo, e a única jazida de cromita de real importância no país.

Em Bushveld, África do Sul, e Stillwater, Montana - complexos do mesmo tipo que o de Campo Formoso - à cromita se associam depósitos de metais do Grupo da Pt.

Até o momento, pouca atenção tem sido dada à pesquisa de Pt, bem como de sulfetos de Ni e Cu em Campo Formoso. O investimento em uma geofísica e geoquímica detalhada em todo o complexo poderia ter um fabuloso retorno.

3) Litoral de São Paulo

O estado de São Paulo tem sido considerado injustamente como geologicamente definido, quando o seu litoral SE é, na realidade, uma das áreas menos conhecidas do país. Dotado de uma topografia acidentada e uma cobertura vegetal espessa, nunca foi realmente estudado, a não ser localmente.

Os simples depósitos de Pb no Vale da Ribeira, e as ocorrências de intrusões alcalinas, como a de Jacupiranga, e ultrabásicas, e os calcários presentes em toda a faixa, justificariam plenamente a concentração de esforços na região (através, sobretudo, de geoquímica, já que a topografia, segundo o Dr. Demerval Etelvino de Oliveira, Agente de São Paulo, ofereceria sérios impecilhos à aplicação de geofísica), não fosse a localização privilegiada da área.

4) Região de Itapaci - Crixás, Goiás

Normalmente, em outras partes do mundo, as intrusões ultrabásicas se associam (embora nem sempre correlaciona-

→ Dever

su pesquisado
o xisto p/ Cu,
principalmente
na região de
Umaguê. Go.
1973



veis cronologicamente) com derrames vulcânicos de natureza básica, intermediária e mesmo ácida. Em Goiás, apesar do extenso "serpentine belt" que o atravessa no sentido geral NS, tais derrames parecem ter sido transformados em xistos e gnaisses, tornando-se difícil o seu reconhecimento.

Na região de Itapaci-Crixás, a oeste da Rodovia Belém-Brasília, sobretudo, ocorrem extensas formações anfíbolíticas, que, ao que tudo indica, seriam, até o momento, os únicos depósitos vulcânicos pré-cambrianos identificados no estado. Tais anfíbolitos, mapeados pela PROSPEC S/A (Projeto Brasília, 1969), contém disseminações de pirita e calcopirita, e apresentam estruturas favoráveis à concentração de sulfetos (dobramentos e falhamentos), intrusões serpentínicas e menores veios de quartzo sino e postorogênicos, como os da cidade de Crixás, mineralizados a ouro.

Torna-se, aqui, plenamente justificável a aplicação conjunta de geofísica e geoquímica.

5) Oeste de Mato Grosso

As recentes descobertas de "sills" básicos e ácidos e corpos anfíbolíticos, de idade pré-cambriana, com disseminações de sulfetos (pirita, calcopirita, bornita), em áreas tectonicamente favoráveis à concentração econômica desse sulfetos, pelas equipes do Projeto Alto Guaporé, que ora a CPRM desenholver para o DNPM, no oeste de Mato Grosso, tornaram essa área importante para uma investigação conjunta geofísico-geoquí mica. Dentro dessa região, destaca-se aquela compreendida pe los seguintes limites:

14°00' Lat. S - Limite Brasil-Bolívia

57°30' Long. W - Limite Brasil-Bolívia

Informou-nos o geólogo Odair Olivatti, Chefe da

Residência da CPRM em Cuiabá, que nessa mesma área tem sido descobertos corpos ultrabásicos, o que aumenta a sua importância.

6) Sul de Mato Grosso

A presença de rochas alcalinas mesozóicas conhecidas de há muito, como as de Porto Murtinho (Fecho dos Morros), tanto do lado brasileiro, como do paraguaio, e a recente descoberta da chaminé carbonatítica de Pedro Juan Caballero, no Paraguai, a 20km da fronteira com o Brasil; os granitos e quartzo pórfiros situados pouco a leste de Porto Murtinho; os calcários da Serra da Bodoquena, com ocorrências muito interessantes de sulfetos de Cu, Pb e Zn, além de U, tornam essa região uma das mais promissoras do estado de Mato Grosso. Essa área faz parte do Projeto Bodoquena, que a CPRM vem desenvolvendo para o DNPM.

Em particular, frisamos a validade de um estudo detalhado, baseado em geoquímica e geofísica terrestre, ao longo dos contatos dos quartzo-pórfiros com as encaixantes, visando à prospecção de sulfetos de Cu, Pb, Zn, além de Au e associados.

7) Bordas de Bacias Paleozóicas

A experiência tem mostrado que existe uma íntima relação entre intrusões alcalinas cretácicas e a borda da bacia do Paraná. Os levantamentos geofísicos realizados em Minas Gerais e Goiás ultimamente têm revelado a existência de anomalias magnetométricas circulares, com quase toda a certeza correspondentes a corpos alcalinos não aflorantes, além dos já conhecidos há algum tempo (Serra Negra, Salitre, Tapira, Araxá, Morro dos Macacos, Morro do Engenho etc.).

Algumas notícias dão como certa também a presença de intrusões desse tipo em alguns pontos da borda SSE da Ba

cia do Maranhão. É de se esperar que isso seja verdadeiro e que um programa de levantamento geofísico em toda essa borda venha trazer à luz outros corpos. O mesmo se espera da borda NW da Bacia do Paraná, em terreno matogrossense.

8) Outras Áreas

Outras áreas que poderiam ter sido sugeridas há um ano atrás, quando retornamos do estágio, já vêm sendo atacadas devidamente, como o centro-norte da Bahia, o sul de Minas Gerais, o norte de Roraima, o nordeste brasileiro, em particular o Piauí, onde pode estar o prolongamento do ramo oriental do "serpentine belt" goiano.

O Convênio de Geofísica Brasil-Alemanha está aí com seus resultados para provar a validade do emprego de método indireto na prospecção geológica e no auxílio à solução de problemas estratigráfico-estruturais em áreas extensas. Temos a certeza de que o Convênio Brasil-Canadá, a ser posto em prática no Brasil-Central, só virá corroborar o anterior.

Em resumo, convênios desse tipo (desde que tenham participantes maciços e efetivos de técnicos brasileiros) devem ser estimulados.

IV - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AUSTON, J.S. - Uchi Lake - a geophysical case history. In: EXPLORATION GEOPHYSICISTS ANNUAL MEETING, Calgary, Alberta, 14/19 set. 1969, 32p. |map. perf. |
- BROWN, C.E. e THAYER, T.P. - Geologic map of the Canyon City Quadrangle, Northeastern Oregon. U.S.A. U.S. Geol. Survey, Miscellaneous Geologic Investigations, Washington, D.C., nº I - 447, 1966.
- BROWN, C.E. e THAYER, T.P. - Geologic map of the Mount Vernon Quadrangle, Grant County, Oregon. U.S. Geol. Survey, Geologic Quadrangle Maps of the United States, Washington, D.C., nº GQ - 548, 1966.
- CARD, K.D. et alii - General geology of the Sudbury-Elliott Lake Region. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24, Montreal, Canada, 1972, Excursion C-38 Guidebook, 56p.
- CHEMALLOY MINERALS LIMITED - Tantalum Mining Corporation of Canada Limited. Toronto, Canada, 1972, 16p. |map. fotos |
- COATS, C.J.A. et alii - Geology and mineral deposits of the Flin Flon, Lynn Lake and Thompson Areas, Manitoba, and the Churchill - Superior Front of the Western Pre-cambrian Shield. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24, Montreal, Canada, 1972, Field Excursion A31-C31 Guidebook, 96p. |map. croq. perf. |
- COLEMAN, R.G. - Red Mountain ophiolite Complex. Penrose Conference, inédito, U.S.A. 1p., 1972.
- COLEMAN, R.G. e KEITH, T.E. - A chemical study of serpentinization - Burro Mountain California. Journ. of Petrol., Great Britain, 12 (2): 311 - 328, jun. 1971 |foto. graf. |
- DAVIES, J.C. - Geology of High Lake - Rush Bay Area, District of Kenora. Ontario Depart. of Mines, Geol. Rep., Toronto, Canada, nº 41, 57p, 1965 |map. foto. tab. |

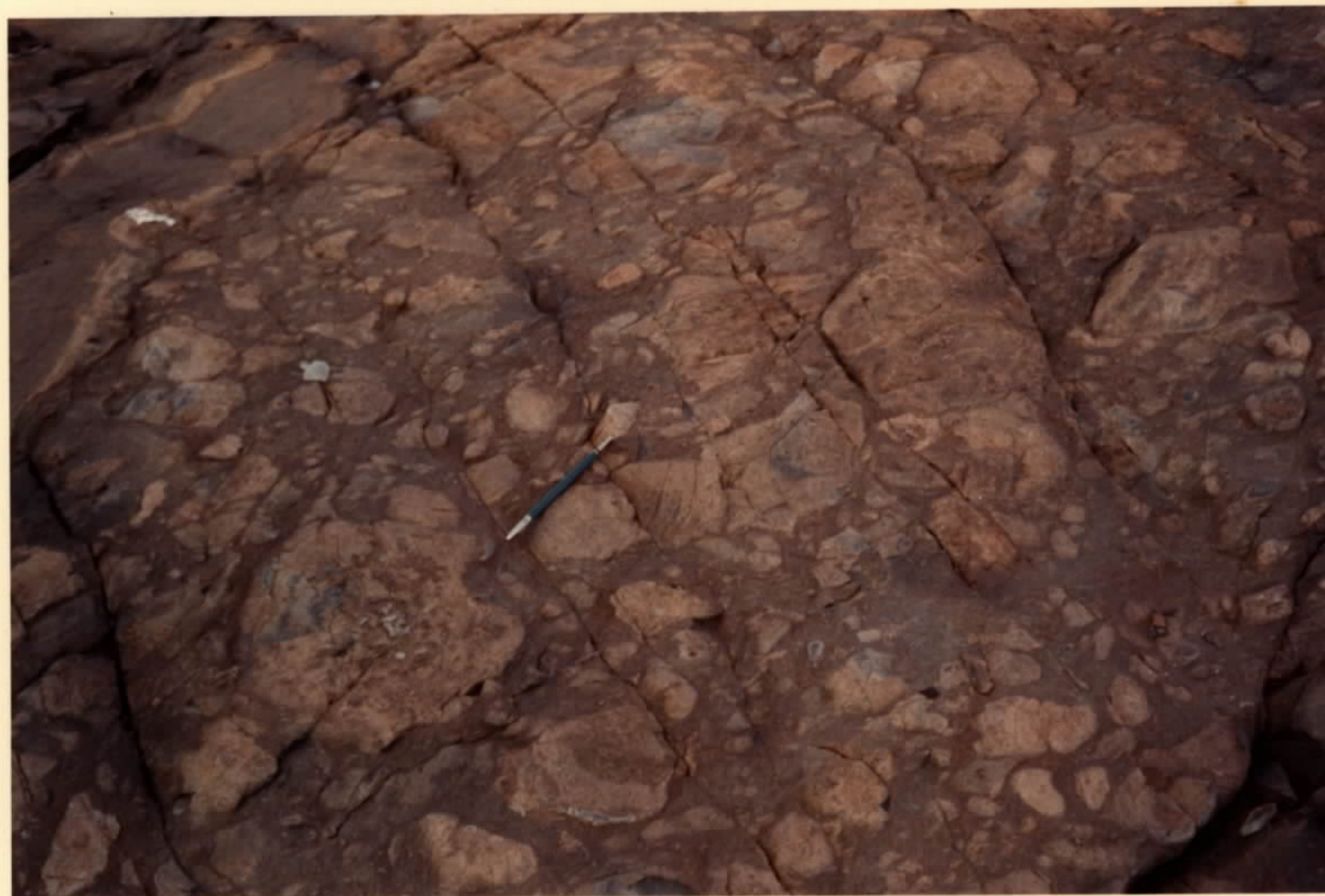
- DEPARTMENT OF THE INTERIOR - The geologic setting of the John Day County, Grant County, Oregon. U.S. Geol. Survey, pub. esp., Washington, D.C., 23p., 1970.
- DOUGLAS R.J.W. - Introduction. In: Geology and Economic Minerals of Canada. Geol. Survey of Canada, Econ. Geol. Report, Department of Energy, Mines and Resources, 1970 nº 1 p. 2 - 7.
- GOLD D.P. - Alkaline ultrabasic rocks in the Montreal area, Quebec. In: WYLLIE, P.J. - Ultramafic and related rocks. Chicago, John Wiley e Sons, Inc., 1967, cap. 9. 3, p. 288-297.
- GOLD, D.P. - The Monteregian Hills: ultra-alkaline rocks and the Oka carbonatite complex. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24, Montreal, Canada, 1972, Excursion B-11 Guidebook, 48p. |ingl. franc. |
- IRWIN, W.P. - Terranes of the western paleozoic and triassic belt in the Southern Klamath Mountains, California. U.S.A. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, Washington, D.C., nº 800 - C, p. C103-C111, 1972 |map. tab. |
- KING, P.B. e EDMONSTON, G.J. - Generalized Tectonic map of North America. U.S. Geol. Survey, Miscellaneous Geologic Investigations, Washington, D.C., nº I - 688, 1972 |esc. 1:5.000.000 |
- LANG, A.H. et alii - Economic minerals of the Canadian Shield. In: Geology and economic minerals of Canada, Econ. Geol. Report, Department of Energy, Mines and Resources, 1970, nº 1 p. 152 - 226.
- LARRABEE, D.M. - Serpentinite and rodingite in the Hunting Hill Quarry, Montgomery County, Maryland. Geol. Survey Bull., Washington, D.C., nº 1283, 34p., 1969 |map fotos graf. |
- LONEY, R.A.; HIMMELBERG, G.R. e COLEMAN, R.G. - Structure and petrology of the alpine - type peridotite at Burro Mountain, California, U.S.A. Journ. of Petrol., Great Britain, 12 (2): 245 - 309, jun. 1971 |foto. graf. map. |

- MEDARIS, Jr. L.G. - The Seiad Ultramafic Complex, Siskiyou County, California. Penrose Conference, inédito, U.S.A. 1p., 1972.
- MOORES, E.M. - Eastern Klamath stratigraphy and structure and origin and significance of related ultramafic - mafic complexes. Penrose Conference, inédito, U.S.A., 42p., 1972 |cópia datilografada|
- MOORES, E.M. - Klamath Mountains: Trinity ultramafic pluton and associated rocks. Northern Sierra Nevada. Penrose Conference, inédito, U.S.A., 1p, 1972 |cópia datilografada|
- PARKER, R.L. e SHARP, W.N. - Mafic - ultramafic igneous rocks and associated carbonatites of the Gem Park complex, Custer and Fremont Counties, Colorado. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, Washington D.C., nº 649, 24p., 1970 |map. foto. tab. |
- POLLOCK, G.D. et alii - The Uchi Orebody - A massive sulphide deposit in an Archean siliceous volcanic environment. South Bay Mines Co., inédito, Canada, 32p., 1972 |map. perf. |
- POOLE, W.H. et alii - Economic minerals of South - Eastern Canada. In: Geology and Economic Minerals of Canada, Econ. Geol. Report, Department of Energy, Mines and Resources, 1970, nº 1, p. 355.
- SHAWE, D.R. e PARKER, R.L. - Mafic - ultramafic layered intrusion at Iron Mountain, Fremont County, Colorado. U.S. Geol. Survey Bull, Washington, D.C., nº 1251-A, 1967.
- SHERRITT GORDON MINES LIMITED - Fox Mine - brochure of general information. Lynn Lake, Canada, 1970, 31p. |map. croq. |
- SHERRIT GORDON MINES LIMITED - Lynn Lake mines - brochure of general information. Lynn Lake, Canada, 1970, 31p. |map. croq. |
- THAYER, T.P. - Preliminary geologic map of the John Day Quadrangle, Oregon. U.S. Geol. Survey, Mineral Investigations Field Studies Map, Washington, D.C., nº MF 51, 1956.

- THAYER, T.P. - The Canyon Mountain Complex, Penrose Conference, inédito, U.S.A., 1p., 1972.
- THAYER, T.P. BROWN, C.E. - Geologic map of the Aldrich Mountain Quadrangle, Grant County, Oregon. U.S. Geol. Survey, Geology Quadrangle Maps of the United States, Washington, D.C., nº GQ - 438, 1966.
- THE INTERNATIONAL NICKEL COMPANY OF CANADA LIMITED - Discovery at Sudbury. In: Man and Nickel. Toronto, Ontario |s.d.| p. 7 - 9 |fotos|
- TOMES, R.B. - Geology of the Canadian Shield. In: Geology and Economic Minerals of Canada. Geol. Survey of Canada, Econ. Geol. Report, Department of Energy, Mines and Resources, 1970, nº 1: 10 - 30.
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY e CALIFORNIA DIVISION OF MINES AND GEOLOGY - Geologic map of California U.S.A. U.S. Geol. Survey, Miscellaneous Geologic Investigations, Washington, D.C., nº I-512, 1966 |esc. 1:2.500.000|
- WALKER, G.W. e KING, P.B. - Geologic map of Oregon. U.S. Geol. Survey, Miscellaneous Geologic Investigations, Washington, D.C., nº I-595, 1969 |esc. 1:2.000.000|
- WILSON, H.D.B. et alii - Archean geology and metallogenesis of the Western part of the Canadian Shield. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24, Montreal, Canada, 1972, Field Excursion A33-C33 Guidebook, 63p. |map. graf. perf.|
- ZURBRIGG, H.F. - Thompson Mine geology. In: ANNUAL GENERAL MEETING. Ottawa, Canada, 162. The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, Transactions, 66: 227-236, 1963.



Flin Flon, Manitoba, Canadá. Vista geral dos afloramentos de quartzo-pórfiro da mina da Hudson Bay Mining Company.



Flin Flon, Manitoba, Canadá. Detalhe dos afloramentos da foto anterior.



Flin Flon, Manitoba, Canadá. Dique ultrabásico (peridotito), muito comum na área, cortando rochas andesíticas (claras) e contendo xenólitos de granitos e lavas ácidas com textura de fluxo. Afloramento na mina.



Flin Flon, Manitoba, Canadá. Afloramento de metaconglomerado do Grupo Missi na área da mina. Caneta indica acamamento; lapiseira indica foliação; lápis indica estrias de gelo.



Flin Flon, Manitoba, Canadá. Diferenciação marginal em dique de diorito intrusivo em outro dique da mesma rocha. A parte central é quartzo-feldspática epidotizada.



Flin Flon, Manitoba, Canadá. Afloramento típico de "pillow lavas" andesíticas/riolíticas do Grupo Amisk. Os "pillows" são, na realidade, neste local, fragmentos deformados, alongados, com "plunge" evidente.



Torre do "shaft" da Mina de Ni/Cu de Lynn Lake, Manitoba, Canadá.



Afloramento de gabro com pequeno veio de sulfeto de Ni/Cu em Lynn Lake, Manitoba, Canadá. Local da descoberta da jazida.



Estrada Lynn Lake - Fox, Manitoba, Canadá. Bandamento ní
tido em vulcanitos (tufos?) do Grupo Sickle.



Torre do "shaft" da mina de Zn/Cu de Fox, área de Lynn Lake,
Manitoba, Canadá.



Torre do "shaft" da INCO, em Thompson, Manitoba, Canadá.



Aspecto parcial do "open pit" da INCO, mina Pipe-2 (Ni/Cu), Área de Thompson, Manitoba, Canadá.



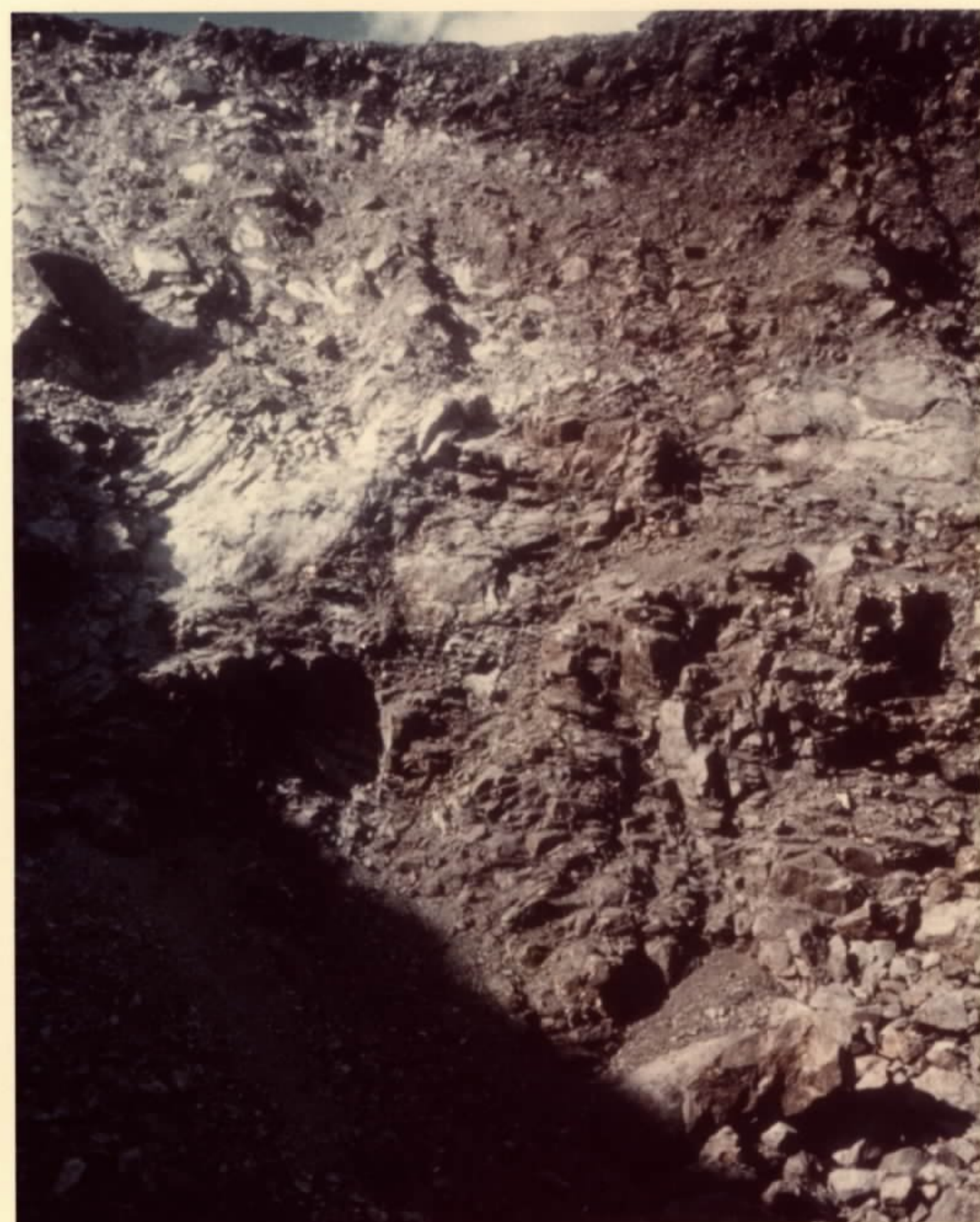
Sonda utilizada na
mina Pipe-2 da INCO
(Ni/Cu), em Thom-
pson, Manitoba, Ca-
nadá.



Contato serpentini-
to/sulfeto Ni/Cu no
"open pit" da mina
Pipe-2, Thompson,
Canadá.



Mina Pipe-2, Thom
pson, Canadá. Miné
rio "disseminado"
(sulfeto Ni/Cu) em
serpentinito.



Mina Pipe-2, Thom
pson, Canadá. Sulfe
to maciço de Ni/Cu
em contato com xis
tos.



Mina Pipe-2, Thompson, Canadá. Minério maciço de Ni/Cu (10m de espessura) em contato com xistos e quartzitos.



Estrada Thompson - mina Moak, Manitoba, Canadá. Formação ferrífera pré-cambriana, dobrada, com 35% Fe.



Torre do "shaft" da mina Moak, atualmente parada, pertencente à INCO, Área de Thompson, Manitoba, Canadá.



Mina Moak, Área de Thompson, Manitoba, Canadá. Gnaisse cataclástico com vênulas quartzo-feldspáticas.



Mina de Soab, atualmente parada. Estrada Thompson-Mani
bridge. Afloramento de sulfetos Ni/Cu em gnaisses claros.



Mina de Soab, estrada Thompson-Manibridge. Do primeiro pla
no para o fundo: peridotito-sulfeto maciço de Ni/Cu - gnaiss
se claro.



"Open pit" da St. Lawrence Columbian and Metals Corporation, em Oka, Quebec, Canadá.



Sequência sedimentar - vulcânica no local da descoberta das jazidas de sulfetos de Ni/Cu de Sudbury, Ontário, Canadá.



Torre do "shaft" da mina de Zn/Cu de South Bay, Dryden, On
tário, Canadá.



Mina de South Bay,
Dryden, Ontário, Ca
nadá. Riolito Do
brado.



Aspecto da mina de ferro de Griffith, Ontário, Canadá.



Dique artificial construído na mina de Ferro de Griffith
para isolar a água de um lago. Ontário, Canadá.



Mina de ferro de Griffith, Ontário, Canadá. Formação ferrífera (magnetita + chert) dobrada.



Mina de ferro de Griffith, Ontário, Canadá. Formação ferrífera (magnetita + chert) dobrada.



Mina de ferro de
Griffith, Ontário,
Canadá. Formação
ferrífera (magneti
ta + chert) dobra
da.



Estrada South Bay -
Griffith, Ontário,
Canadá. Metassedi
mentos mergulhantes
do bloco English
River.



Sedimentos ardosianos, proterozóicos, com camadas ferríferas, em Kakabeka Falls, Canadá.



Sedimentos proterozóicos (arenitos + ardósias + camadas ferríferas) em Kakabeka Falls, Canadá.



PENROSE CONFERENCE

Rowena View Point. Estrada Portland - John Day, Oregon,
U.S.A. Vista norte dos basaltos do Grupo Columbia River.



PENROSE CONFERENCE

Estrada Portland -
John Day, Oregon,
U.S.A. "Pillow la-
vas" de águas rasas
e doces em basaltos
do Grupo Columbia
River.

John Day, Oregon,
U.S.A. "Pillow la-
vas" de águas rasas e doces em basaltos do Grupo Columbia River.



PENROSE CONFERENCE

Estrada Portland -
John Day, Oregon,
U.S.A. Detalhe de
um "pillow" de
águas rasas e doces
em basalto do Grupo
Columbia River.

PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Canyon Mountain, próximo a
John Day, Oregon, U.S.A. Em primeiro plano, a zona serpen-
tínica, com vegetação amarelada caracterísitca no verão.





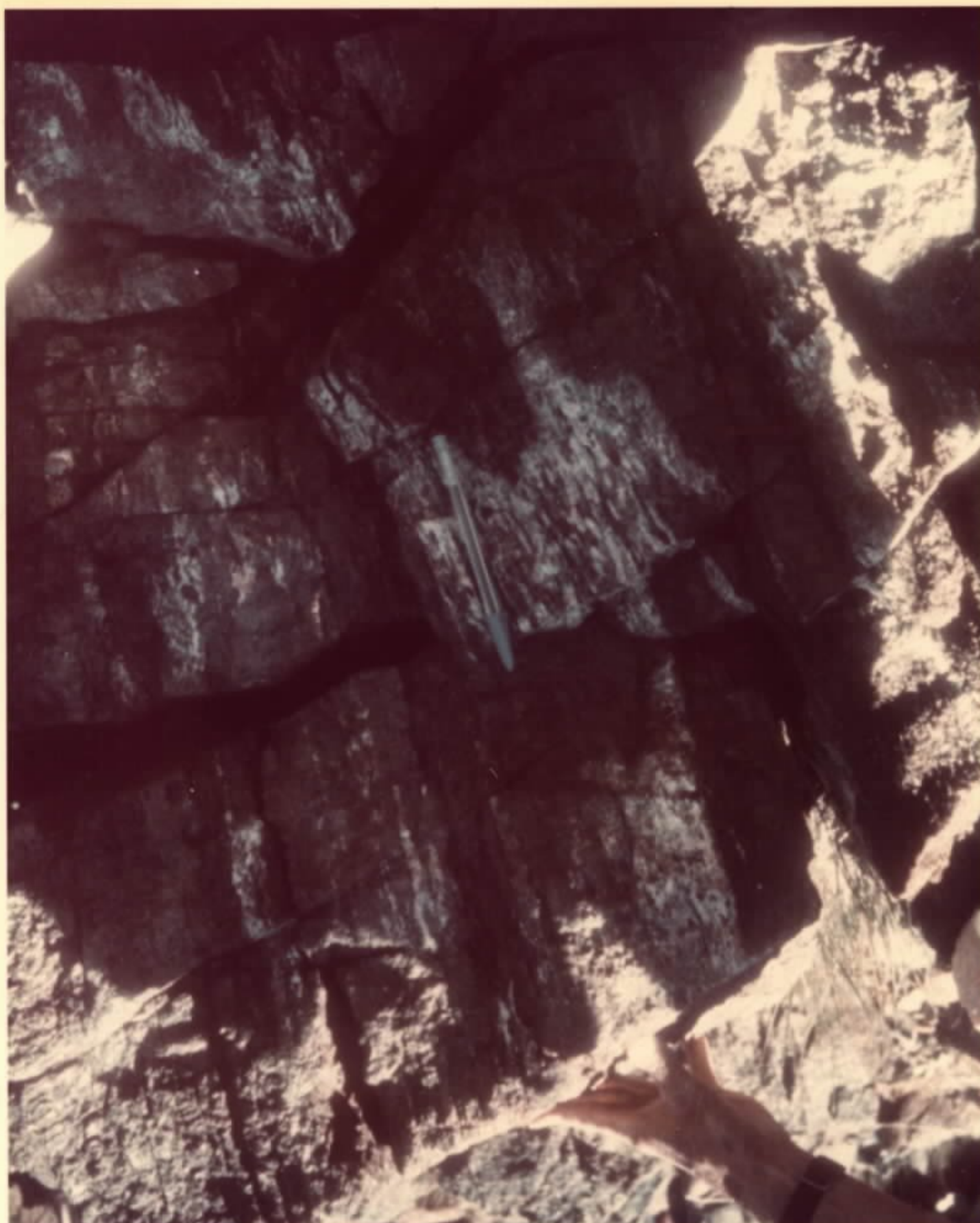
PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Canyon Mountain, próximo a John Day, Oregon, U.S.A. Em primeiro plano, onde estão os carros, serpentinito; ao fundo, gabros da borda sul do Complexo.



PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Canyon Mountain, próximo a John Day, Oregon, U.S.A. Vista parcial dos peridotitos serpentinizados da base do Complexo.



PENROSE CONFERENCE
Complexo Máfico/Ultramáfico de Canyon Mountain, John Day, Oregon, U.S.A. Afloramento de feldspato gábro, com dobra isoclinal (característica de deformações a grandes profundidades) mostrando núcleo de piroxenito.



PENROSE CONFERENCE
Complexo Máfico/Ultramáfico de Canyon Mountain, John Day, Oregon, U.S.A. Bandas de gábro e peridotito alternadas.



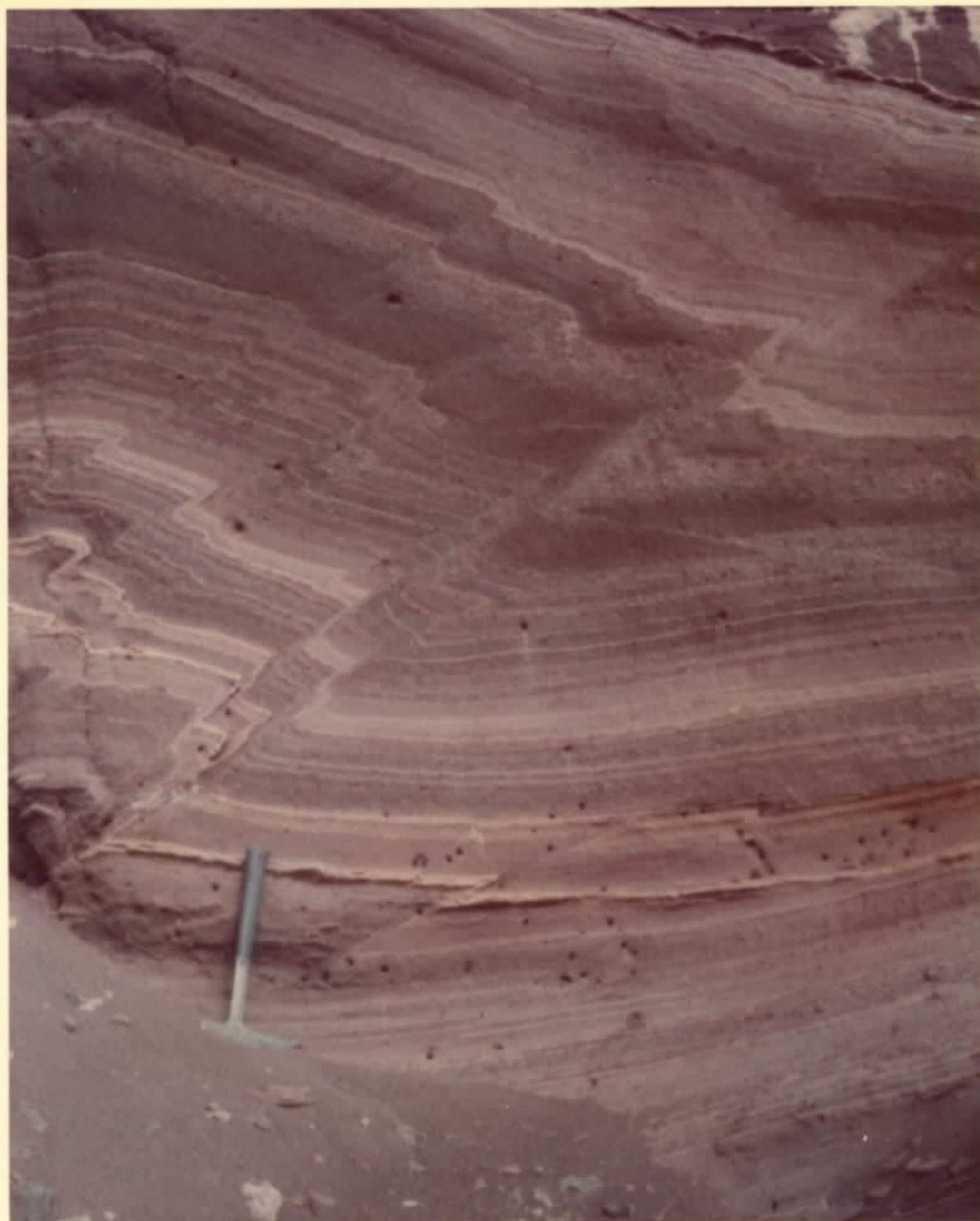
PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Canyon Mountain, John Day, Oregon, U.S.A. Contato de peridotito e quartzo gabro. Nota a foliação cortando o acamamento da rocha.



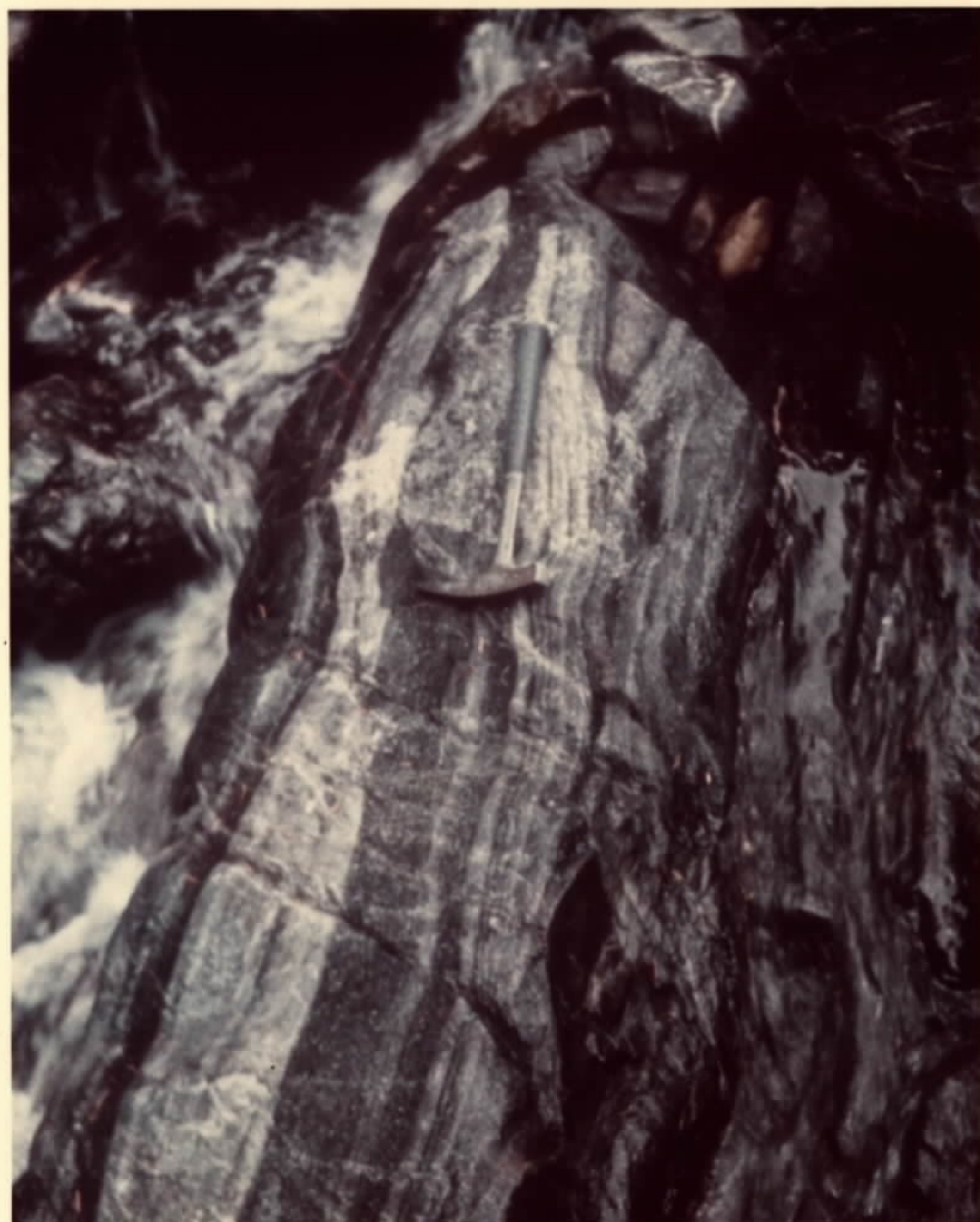
PENROSE CONFERENCE

Estrada John Day - Yreka, Califórnia, U.S.A. Contato de "plugg" vulcânico à esquerda, com sequência sedimentar - vulcânica



PENROSE CONFERENCE

Estrada John Day -
Yreka, Califórnia,
U.S.A. Falha em are-
nito do Graben de
Klamath.



PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ul-
tramáfico de Seiad,
Califórnia, U.S.A.
Leitos de anfíboli-
to em peridotito.



PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Seiad, Califórnia, U.S.A.
Afloramento de dunito em foliação distinta.



PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Seiad, Califórnia, U.S.A. Em primeiro plano, granulitos; em plano médio, lhezorlitos; ao fundo, "greenschists".



PENROSE CONFERENCE

Vulcão Lassen Peak, Califórnia, U.S.A. Bloco de lava dací
tica com fenocristais de plagioclásio e augita.



PENROSE CONFERENCE

Feather River Canyon, Califórnia, U.S.A. Contato de brecha
magmática andesítica com tufo andesítico.



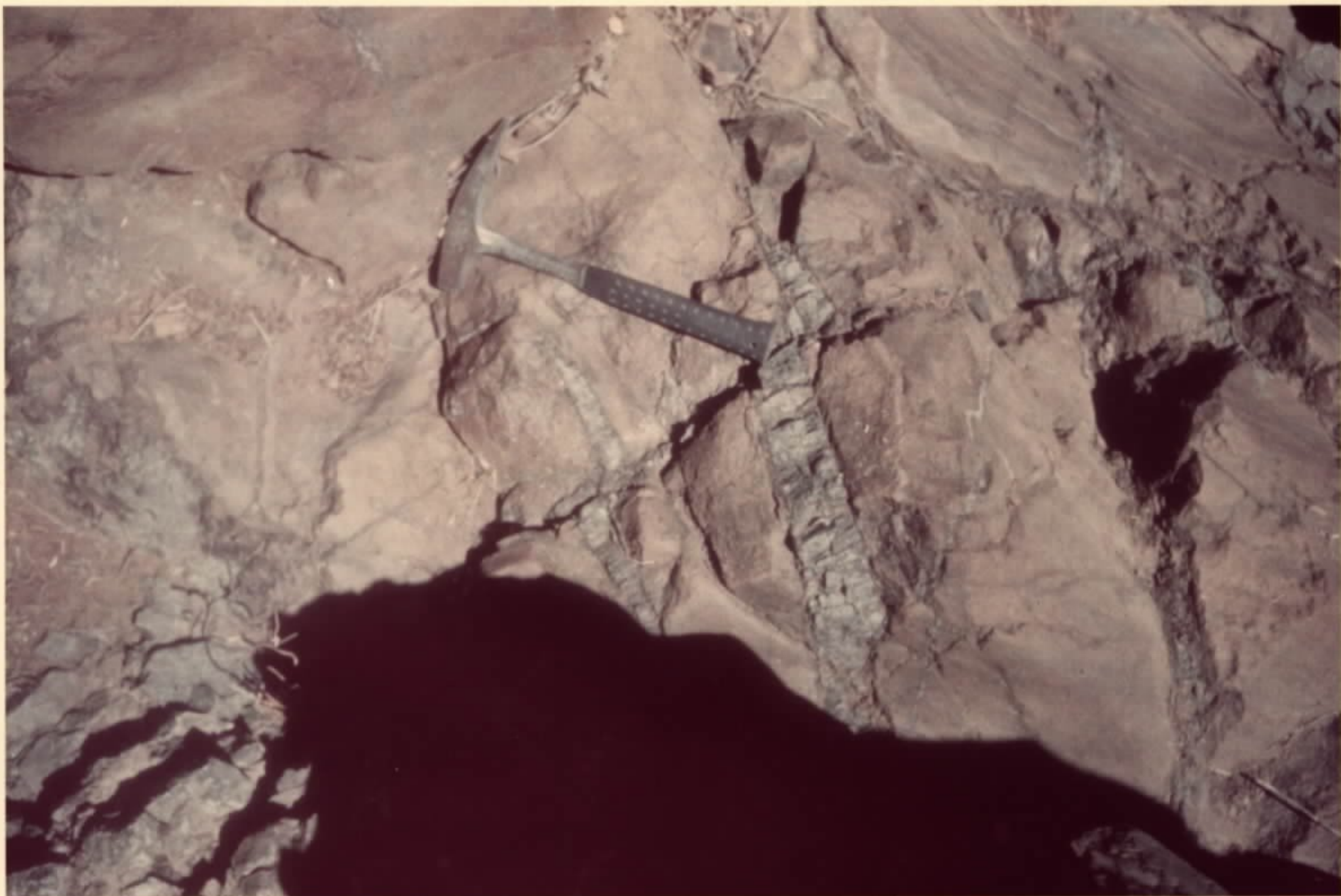
PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Red Mountain, Califórnia,
U.S.A. Aspecto dos granófiros do Complexo.



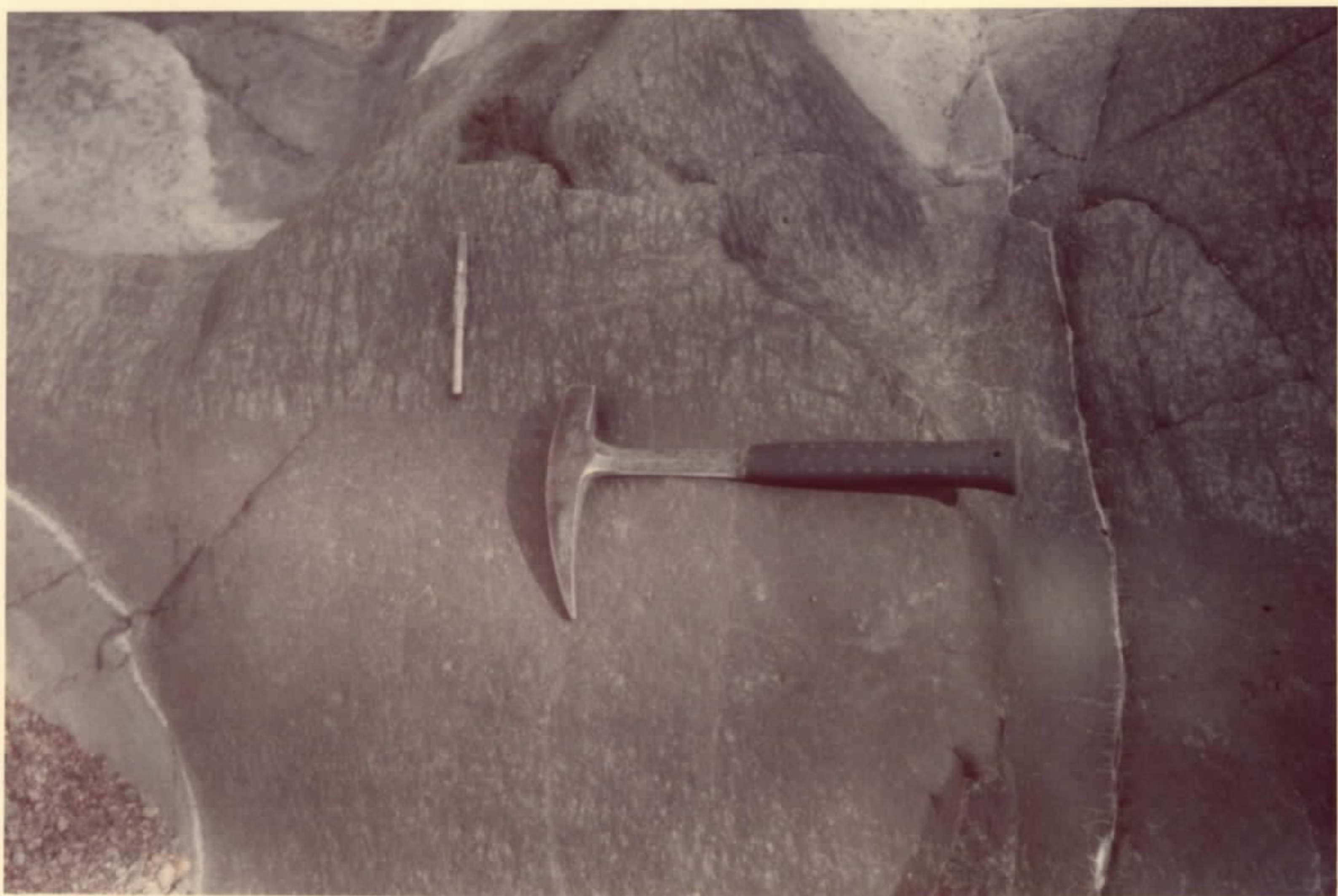
PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Red Mountain, Califórnia,
U.S.A. Contato entre peridotito, à esquerda, e gabro, à
direita.



PENROSE CONFERENCE

Complexo máfico/ultramáfico de Red Mountain, Califórnia, U.S.A. Diques de gabro em peridotito.



PENROSE CONFERENCE

Complexo ultrabásico de Burro Mountain, Califórnia, U.S.A. Contato entre dunito e peridotito. Notar a foliação (imã) discordante do contato (estratificação) entre as duas rochas.



PENROSE CONFERENCE

Complexo ultrabásico de Burro Mountain, Califórnia, U.S.A.
Afloramento de dunito brechado.



PENROSE CONFERENCE

Complexo ultrabásico de Burro Mountain, Califórnia, U.S.A.
Harzburgito parcialmente assimilado por dunito.



Complexo alcalino/ultramáfico de Iron Mountain, Colorado,
U.S.A. "Cumulus Texture" (primária) em gabro.



Complexo alcalino/ultramáfico de Iron Mountain, Colorado,
U.S.A. Bandas de anortosido em gabro.



Complexo alcalino/ultramáfico de Iron Mountain, Colorado, U.S.A. "Cumulus Texture" (primária) de plagioclásio e magnetita.



Complexo alcalino/ultramáfico de Iron Mountain, Colorado, U.S.A. "Bloco" de piroxenito em troctolito.



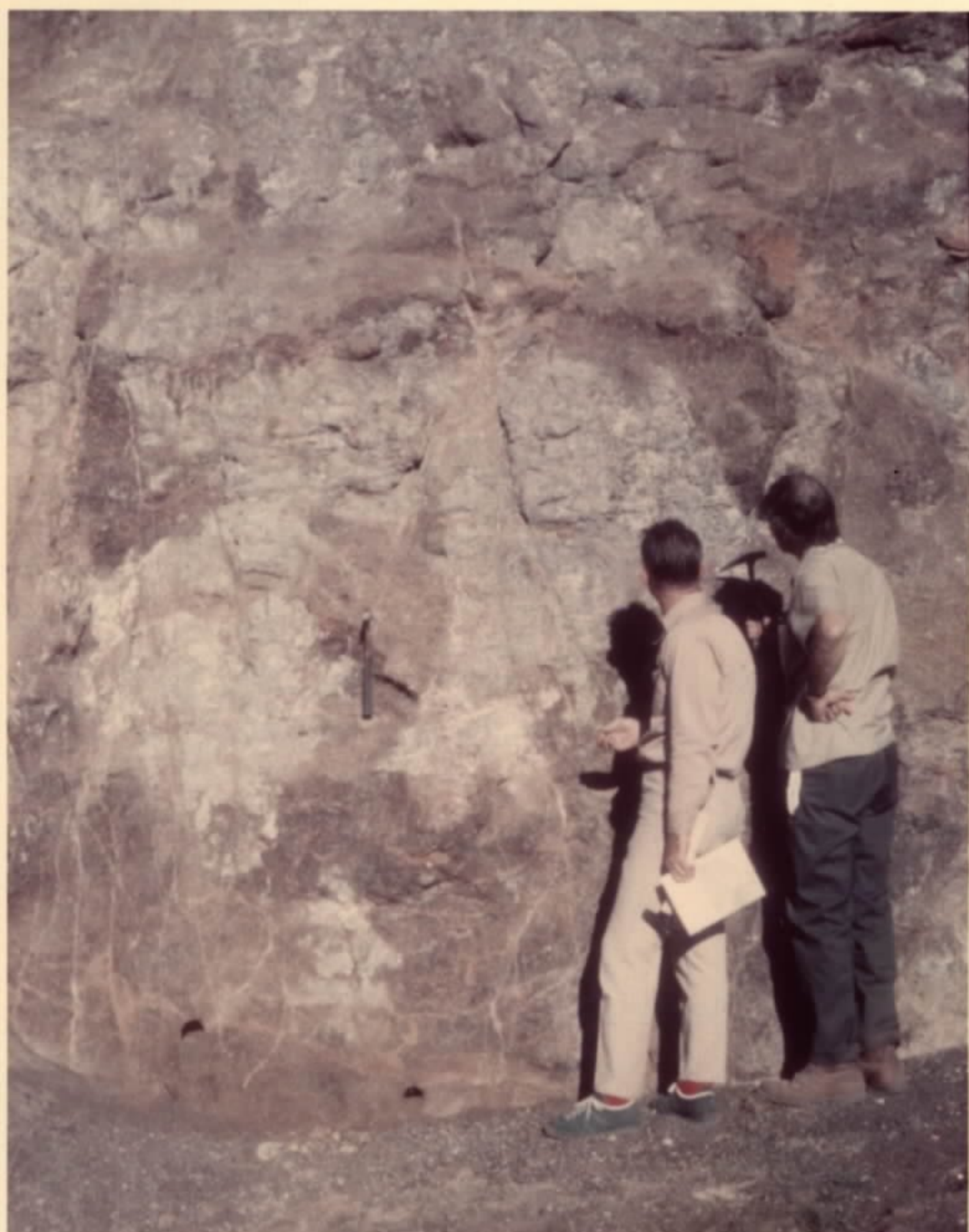
Complexo alcalino/ultramáfico de Iron Mountain, Colorado, U.S.A. Vista da porção ultramáfica, mostrando camadas de piroxenito, dunito e gabro com forte mergulho para a esquerda.



Complexo alcalino/ultramáfico de Iron Mountain, Colorado, U.S.A. Contato entre gabro anortosítico e nefelina sienito.



Complexo alcalino/
ultramáfico de Iron
Mountain, Colora
do, U.S.A. Dife
renciação primá
ria: olivina gabro
(base), plagioclá
sio dunito (2º pla
no) e piroxenito
(topo).



Complexo alcalino
de Gem Park, Colo
rado, U.S.A. Ver
miculita (marrom)
substituindo ga
bro. Jazida aban
donada.



Complexo alcalino de Gem Park, Colorado, U.S.A.
"Diques" de vermiculita cortando gabro.