

República Federativa do Brasil  
Ministério de Minas e Energia  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
Departamento de Recursos Minerais

**PROGRAMA NACIONAL DE PROSPECÇÃO  
DE METAIS DO GRUPO DA PLATINA**

***PNPP***

**PROJETO PLATINA GO/TO**

**SÍNTESE GEOLÓGICA E PROSPECÇÃO  
POR CONCENTRADOS DE BATEIA  
NOS COMPLEXOS CANABRAVA E BARRO ALTO/GOIÁS**

*Thiers Muniz Lima*

Superintendência Regional de Goiânia  
Julho 1997

---

*Pedro Sérgio Estevam Ribeiro*  
Gerente de Recursos Minerais

*Cipriano Cavalcante Oliveira*  
Supervisor

*Thiers Muniz Lima*  
Chefe do Projeto

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **PROJETO PLATINA GO/TO**

Geól. Thiers Muniz Lima

Colaboração  
Geól. Renato Sales de Andrade  
Geól. Vergílio Augusto Radaelli

Impressão pela Superintendência Regional de Porto Alegre. Coordenação: Geól. Luis Edmundo Giffoni

### **Informe de Recursos Minerais Série Metais do Grupo da Platina e Associados, nº 04**

#### **Ficha Catalográfica**

L732 Lima, Thiers Muniz.  
Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás. – Goiânia : CPRM , 1997.

1 v. : il. ; mapa - (Série Metais do Grupo da Platina e Associados – Informe nº. 04).

1. Metais do Grupo da Platina
2. Prospecção Geoquímica : Concentrados de Bateia
- I. Título

CDU 553.491

---

## APRESENTAÇÃO

---

O Informe de Recursos Minerais objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades técnicas da CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados em diversos tipos de mapas, artigos bibliográficos, relatórios e estudos.

Em função dos temas abordados são distinguidas oito séries de publicações, assim denominadas:

- 1) Série Metais do Grupo da Platina e Associados;
  - 2) Série Mapas Temáticos do Ouro, escala 1:250.000;
  - 3) Série Ouro - Informes Gerais;
  - 4) Série Insumos Minerais para Agricultura;
  - 5) Série Pedras Preciosas;
  - 6) Série Diversos;
  - 7) Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projetos; e
  - 8) Série Economia Mineral.
-

## 1 - Introdução

---

Este relatório objetiva apresentar os resultados parciais das análises de Pt, Pd e Au em amostras de concentrado de bateia do Complexo de Cana Brava-GO-01 e das sub-áreas 02 e 05 do Complexo de Barro Alto-GO-03. Também é apresentado um sumário do conhecimento geológico destes complexos e as relações com possíveis mineralizações em EGP.

Os complexos de Cana Brava e Barro Alto constituem, juntamente com o de Niquelândia, as maiores intrusões acamadadas máfico-ultramáficas de filiação toleí-

tica do Brasil, representando uma das principais áreas para prospecção de Elementos do Grupo da Platina (EGP).

Os resultados de concentrado de bateia obtidos até o presente momento, juntamente com os de sedimento de corrente e informações geológicas, estratigráficas e petrológicas, constituem importantes ferramentas de análise para a definição de alvos prospectivos, os quais deverão ser investigados em futuras campanhas de exploração mineral (*follow-up*).

## **2 - Metodologia de Coleta de Amostras e Análises Químicas**

---

As amostras de concentrado de bateia foram coletadas preferencialmente ao longo do canal ativo de drenagens de 1ª ordem, com espaçamento em torno de 300 metros. O material coletado com cerca de 15 litros foi peneirado a uma fração inferior a 3 milímetros sendo obtidos cerca de 300 - 1000 gramas de concentrado.

As amostras enviadas ao LAMIN foram posteriormente submetidas a separação da fração pesada em presença de bromofórmio, quarteadas e remetidas para análise química no Laboratório NOMOS, segundo a sistemática de análise definida para o projeto e que

corresponde à pré-concentração *fire-assay* e determinação analítica por absorção atômica (AA), cujos limites de detecção são de 3 ppb (Pt); 1 ppb (Pd) e 1 ppb (Au).

Foram realizadas análises mineralógicas no Laboratório SGS, em amostras que apresentaram concentrações de Pt e Pd acima de 100 ppb. Os grãos registrados como "Minerais do Grupo da Platina" foram separados para análise por MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura), não tendo sido recebido até o momento os resultados definitivos.

## 3 - Complexo de Cana Brava - GO-01

### 3.1 - Introdução

O Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava situa-se na porção norte do Estado de Goiás, próximo à cidade de Minaçu, apresentando dimensões próximas a 40 km x 10 km (**figura 1**) e pertencendo ao Maciço de Goiás da Província Tocantins.

A primeira referência ao complexo foi efetuada por Miranda *et. al.* (1966) em relatório de pesquisa mineral encaminhado ao DNPM indicando a presença de mineralização de amianto, seguindo-se aos trabalhos de enquadramento geológico regional e definição das principais unidades geológicas efetuadas por Barbosa *et. al.* (1969); Milewski *et. al.* (1970); Berbert (1970); Marini *et. al.* (1974, 1977), Nagao (1974). Nos estudos com enfoque de petrologia ígnea destacam-se aqueles efetuados por Girardi & Kurat (1982), Fugi (1989), Correia (1994) e Lima (1997).

Foi alvo ainda de pesquisa mineral para metais básicos efetuada pela Sociedade Anônima Mineração de Amianto (SAMA), onde não foram obtidos resultados positivos (Pamplona & Nagao, 1981).

O complexo apresenta dois modelos de evolução magmática, representados pelas proposições de Correia (1994), que admitiu a formação deste a partir da cristalização de um único pulso de magma, e Lima (1997) que definiu a presença de unidades cíclicas, formadas pela injeção de vários pulsos magmáticos e, portanto, considerando este como um sistema aberto.

### 3.2. Geologia, Estratigrafia, Petrografia e Evolução Magmática

O trabalho empreendido por Lima (1997) consistiu de mapeamento geológico em escala de semi-detalhe (1:25.000), numa seção transversal situada na porção sul do Complexo de Cana Brava, onde foram iden-

tificadas as seguintes unidades geológicas (**figura 2**):

- a) Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava
- b) Complexo Granito-Gnáissico
- c) Sequência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis
- d) Intrusões Noríticas

O Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava apresenta contato por meio de falha com o Complexo Granito-Gnáissico e a Sequência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis, ocorrendo ainda pequenas Intrusões Noríticas no topo exposto deste.

O complexo representa uma intrusão acamadada granulitizada que possui como principais unidades geológicas: a) Zona Máfica Inferior (ZMI); b) Zona Ultramáfica (ZU) e c) Zona Máfica Superior (ZMS) reunidas sob a denominação de Série Cana Brava (Lima, 1997). O conjunto destas unidades apresenta cerca de 10.000 metros de espessura em sua porção sul (**figura 3**).

A Zona Máfica Inferior constitui a unidade de base do complexo, possuindo aproximadamente 3000 metros de espessura, onde ocorre na sua porção inferior, uma camada de olivina-melagabronorito coronítico sobreposta por uma contínua seqüência de metagabronorito, com intercalações de discretos níveis de metapiroxenito. Nesta zona destacam-se as feições de uma intensa deformação dúctil, que aumenta em direção a base do complexo, dando origem a uma variação de milonitos a ultramilonitos de granulitos, obliterando grande parte das texturas e associações minerais primárias (**figura 4 C/D/F**). Entretanto, de forma localizada observa-se a presença de texturas cumuláticas, como na camada de olivina-melagabronorito coronítico, que possui cristais cúmulus de olivina + plagioclásio + piroxênios além de feições de reações sub-sólidas dando origem as estruturas coroníticas que envolvem a olivina (**figura 4E**).

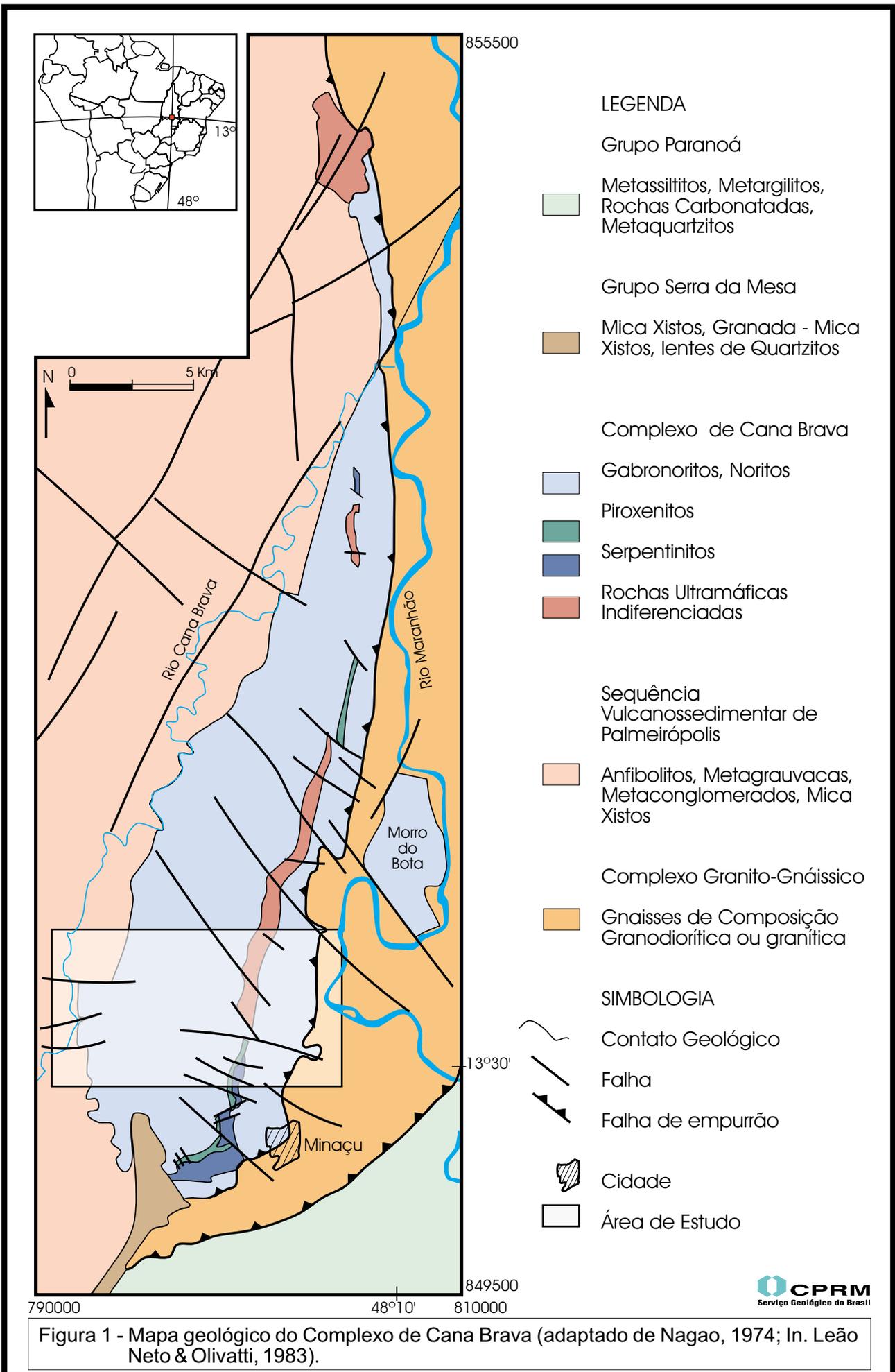
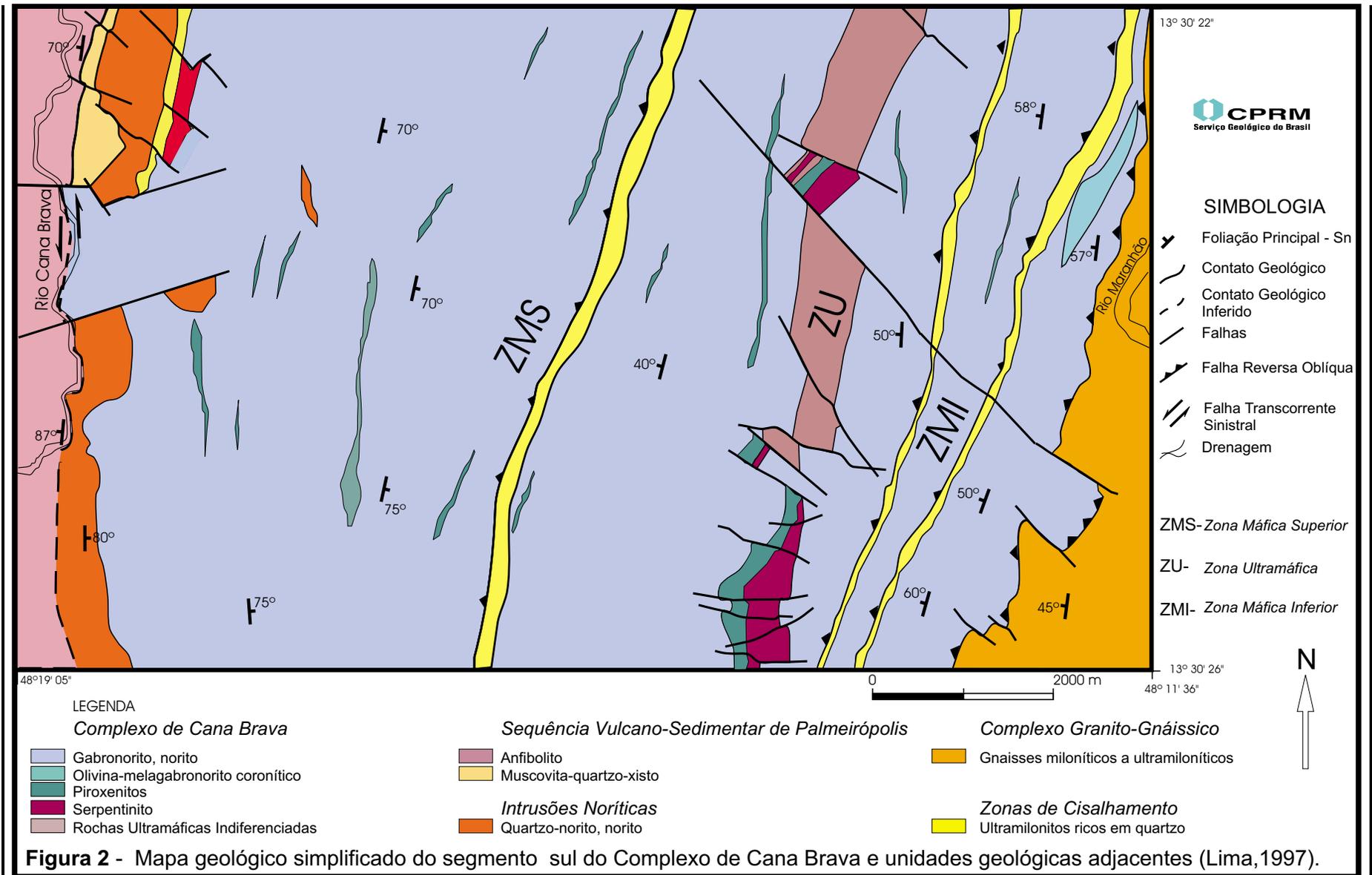


Figura 1 - Mapa geológico do Complexo de Cana Brava (adaptado de Nagao, 1974; In. Leão Neto & Olivatti, 1983).



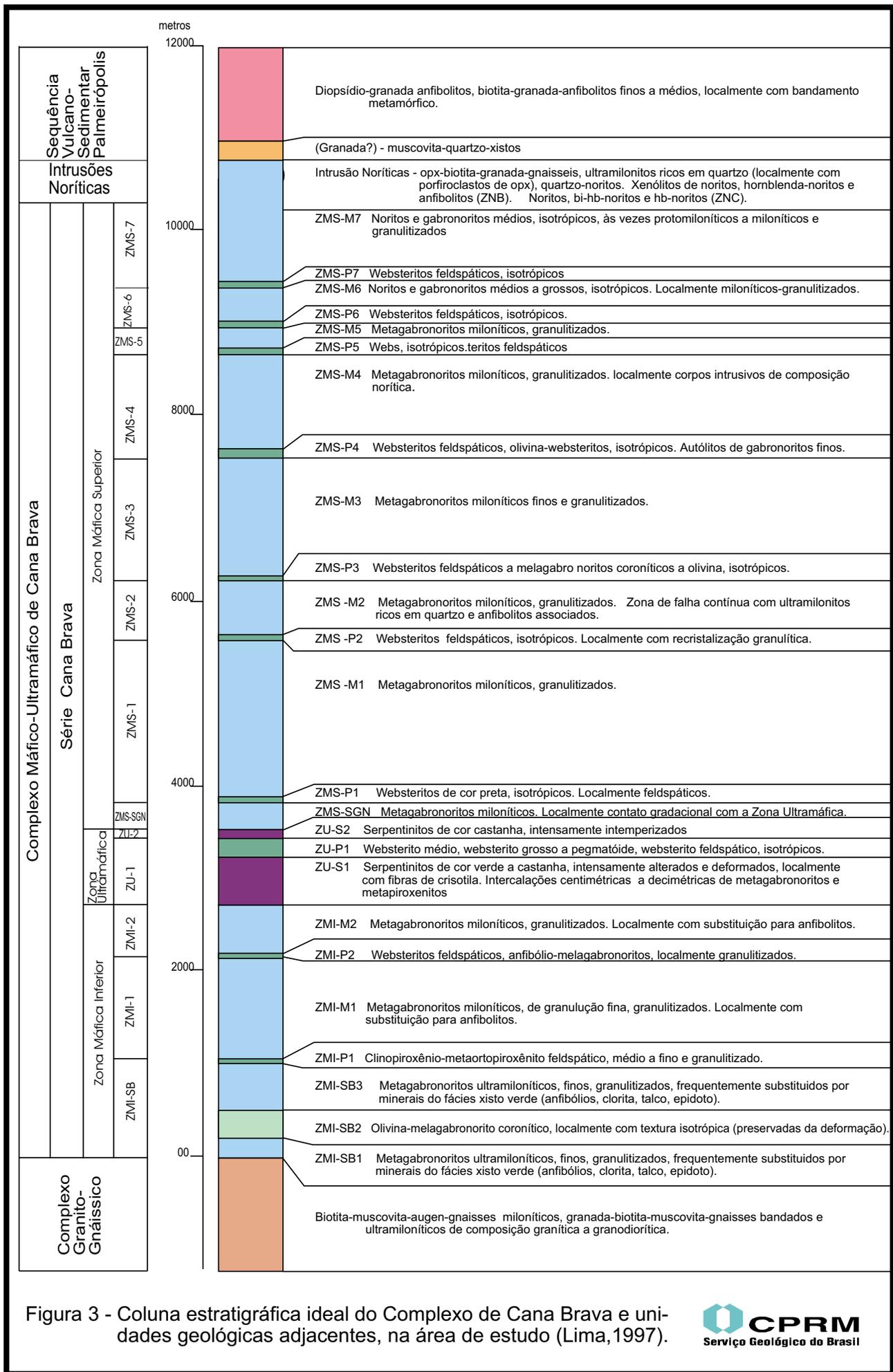


Figura 3 - Coluna estratigráfica ideal do Complexo de Cana Brava e unidades geológicas adjacentes, na área de estudo (Lima, 1997).

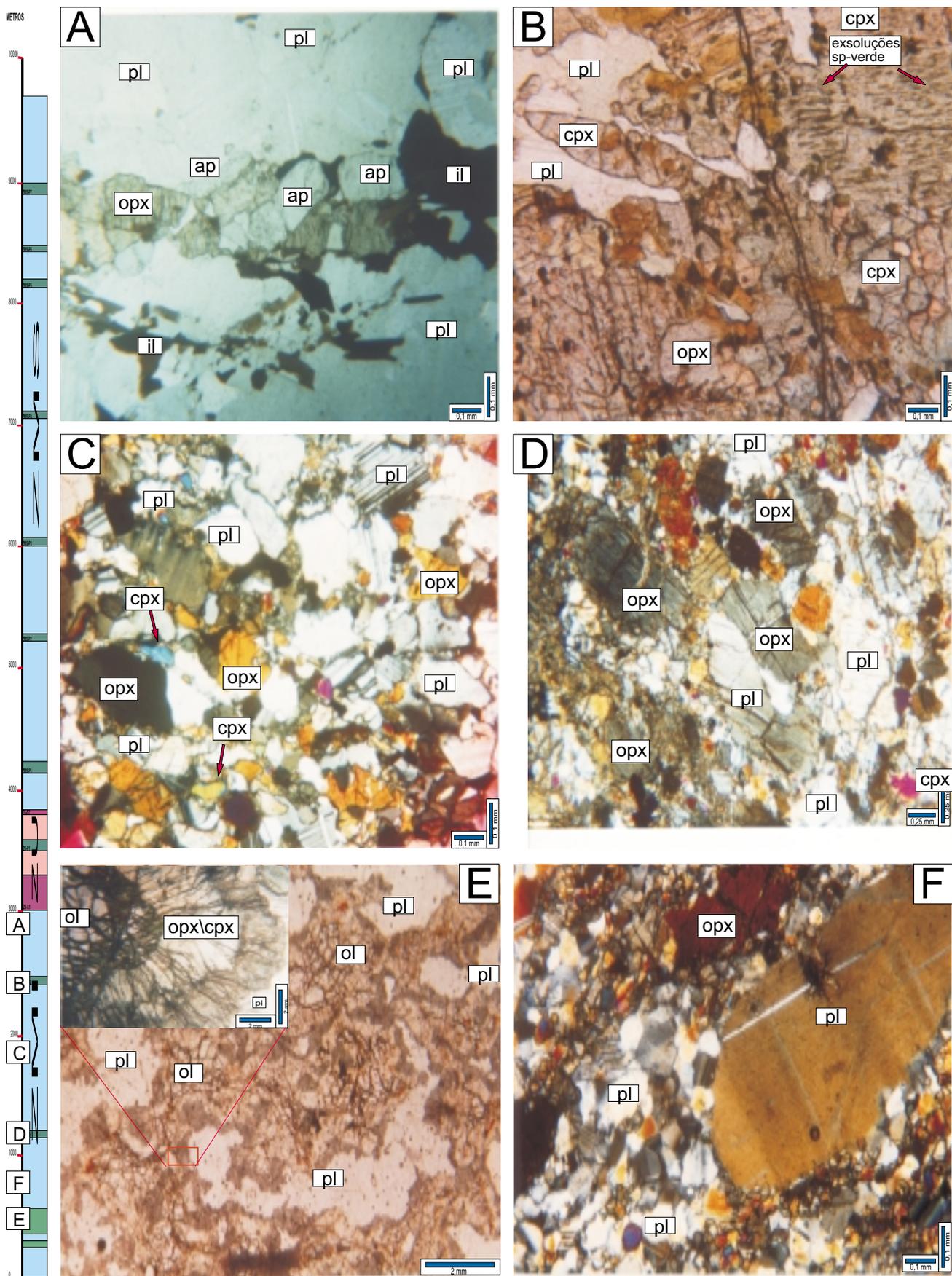


Figura 4 - Fotomicrografia dos litotipos da Zona Máfica Inferior do Complexo de Cana Brava. **A)** Metagabronorito milonítico, com textura granoblástica e abundante apatita (recristalizada) - topo do Membro ZMI-M2. **B)** Melagabronorito, isotrópico, com cpx apresentando exsoluções e coroas de reação de espinélios verdes - Membro ZMI-P2. **C)** Metagabronoritos miloníticos com porfiroclastos de ortopiroxênios em matriz granoblástica, orientada seg. foliação Sn. **D)** Metaortopiroxeno feldspático deformado, com textura mesocumulática reliquiar. Membro ZMI-P1. **E)** Olivina-melagabronorito coronítico, isotrópico - Subzona Basal (ZMI-SB). **F)** Metagabronoritos ultramiloníticos com texturas granoblásticas, orientadas seg. foliação Sn - Subzona Basal (ZMI-SB) (Lima, 1997).

Na área de estudo a Zona Ultramáfica ocorre com cerca de 200-800 metros de espessura, sendo identificada a presença de unidades de metaperidotito - piroxenito, as quais entretanto, mostram-se freqüentemente encobertos pela presença de solo. O metaperidotito ocorre predominantemente serpentizado e alterado, podendo de forma localizada ser caracterizado como dunito, constituído por cúmulus de olivina  $\pm$  Cr-espínélio (**figura 5A**). As camadas de piroxenito são caracterizadas pela presença de websterito, às vezes feldspático ou pegmatóide, que frequentemente preservam textura adcumulática (**figura 5B**).

A Zona Máfica Superior possui cerca de 7000 metros de espessura, dividida em sete subzonas estratigráficas, com características de unidades cíclicas formadas por um membro piroxenítico, na base, sobreposto por um membro máfico (gabronorito\ norito).

Nos membros piroxeníticos predomina websterito feldspático, com cúmulus de ortopiroxênio e clinopiroxênio e pós-cúmulus de plagioclásio, formando uma textura meso-ortocumulática (**figura 6 C/D**). Foi ainda identificada, de forma localizada, a presença de olivina-websterito onde os cúmulus de olivina + ortopiroxênio  $\pm$  Cr-espínélio encontram-se envolvidos por pós-cúmulus de clinopiroxênio, definindo uma textura meso-ortocumulática, com uma associação de minerais cúmulus semelhante a de harzburgito. Nestes membros piroxeníticos é observada a maior concentração de sulfetos (1-3%) disseminados, formada principalmente por uma associação de pirrotita, pentlandita e calcopirita.

Os membros máficos são formados principalmente por metagabronorito, podendo ocorrer no topo do complexo o predomínio de cpx-norito. Nesta zona destaca-se a diminuição da intensidade da deformação em direção ao topo do complexo, variando de termos miloníticos a protomiloníticos até isotrópicos, com melhor preservação de texturas ígneas (**figura 6 A/B**).

A fim de caracterizar os processos de diferenciação magmática do complexo, foram realizadas análises químicas de mine-

rais cúmulus (opx, cpx, ol, pl) ao longo de toda seqüência estratigráfica. A caracterização da variação críptica dos piroxênios permitiu identificar os processos de diferenciação dos líquidos magmáticos no complexo e a caracterização na ZU e ZMS da presença de unidades cíclicas.

Na ZMI o clinopiroxênio e ortopiroxênio, presentes no topo, caracterizam-se por apresentar uma contínua diminuição da razão Mg/Mg + Fe (MMF) e Cr<sup>+3</sup> e aumento de Mn<sup>+2</sup>, indicando uma intensa diferenciação do líquido magmático nesta região. As análises litogeoquímicas apresentam um aumento da razão Fe<sup>+2</sup>/Fe<sup>+2</sup> + Mg (FFM), TiO<sub>2</sub>, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, no conteúdo total de ETR e na razão (La/Lu)<sub>n</sub> que juntamente com as feições petrográficas, representada pelo aumento de apatita na moda em direção ao topo desta zona (**figura 4A**), corroboram a presença de um progressivo processo de diferenciação magmática em direção ao topo desta unidade.

Na ZU, a unidade basal é formada por uma camada de metaperidotito e sobreposta por uma camada de piroxenito, possui piroxênios que mostram uma contínua diminuição da razão MMF e Cr<sup>+3</sup> e aumento de Mn<sup>+2</sup> em direção ao topo da unidade. No extremo sul do complexo a presença de repetidas associações de metaperidotito-piroxenito, permite sugerir a continuidade lateral das unidades cíclicas da ZU.

Na ZMS os pares de piroxênios, distribuídos ao longo de toda seqüência estratigráfica, apresentam repetidos padrões de variação críptica representados pela diminuição da razão MMF e Cr<sup>+3</sup> e aumento de Mn<sup>+2</sup>, a partir da base até o topo de cada subzona estratigráfica.

A identificação de unidades cíclicas nesta unidade baseia-se principalmente nas variações composicionais das fases minerais cúmulus, a qual é corroborada por feições geológicas e petrográficas, tais como a presença de brecha magmática em membro piroxenítico e o reaparecimento de olivina  $\pm$  Cr-espínélio em alguns membros piroxeníticos, além da ocorrência de apatita e/ou quartzo no topo de membros máficos.

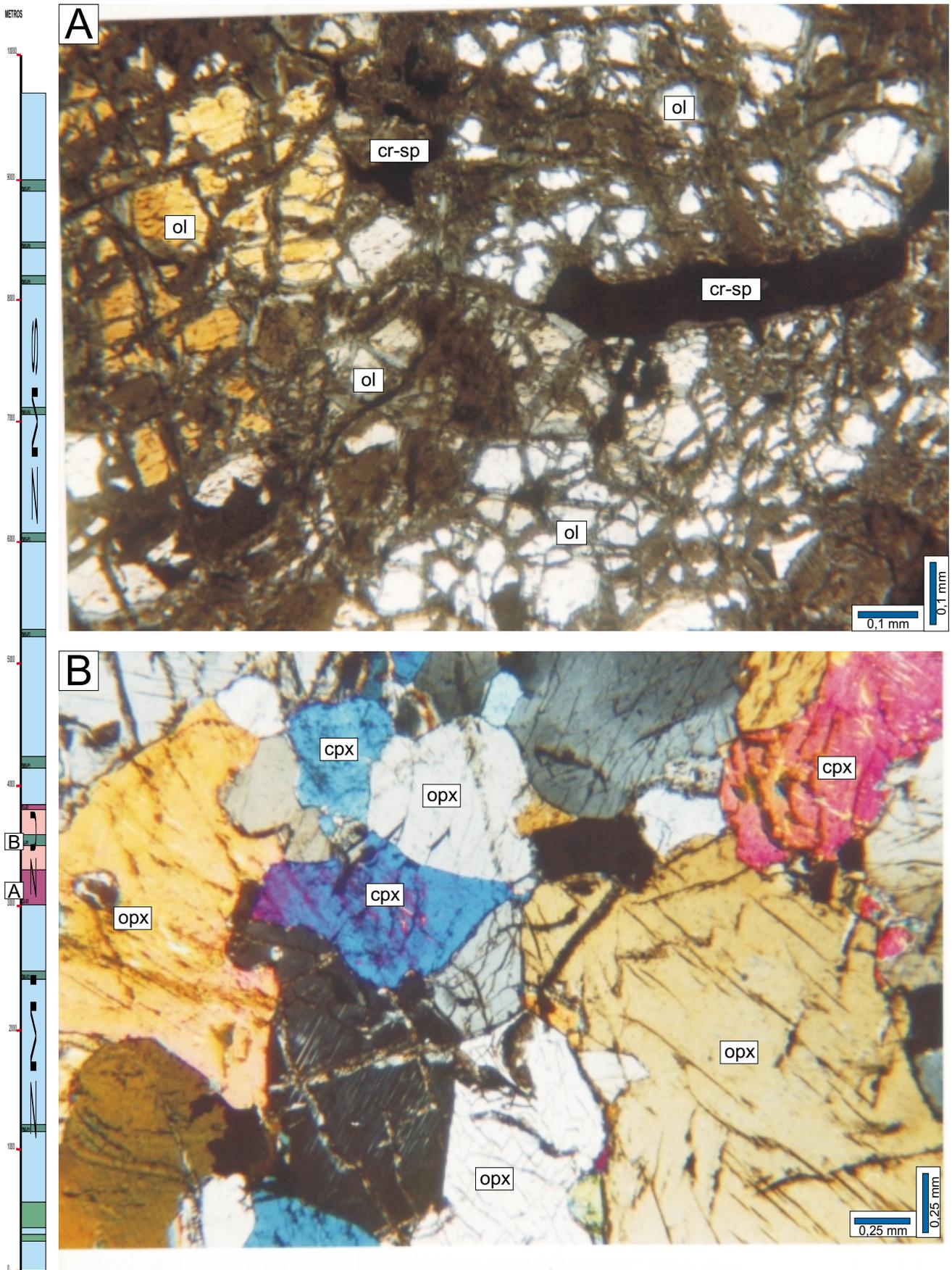


Figura 5 -Fotomicrografia dos litotipos da Zona Ultramáfica do Complexo de Cana Brava. Nicóis cruzados. **A)** Dunito isotrópico com cr-espinélio disseminado - Membro ZU-S1 (CAVA-B). **B)** Websterito isotrópico, com textura adcumulática - Membro ZU-P1 (Lima,1997).

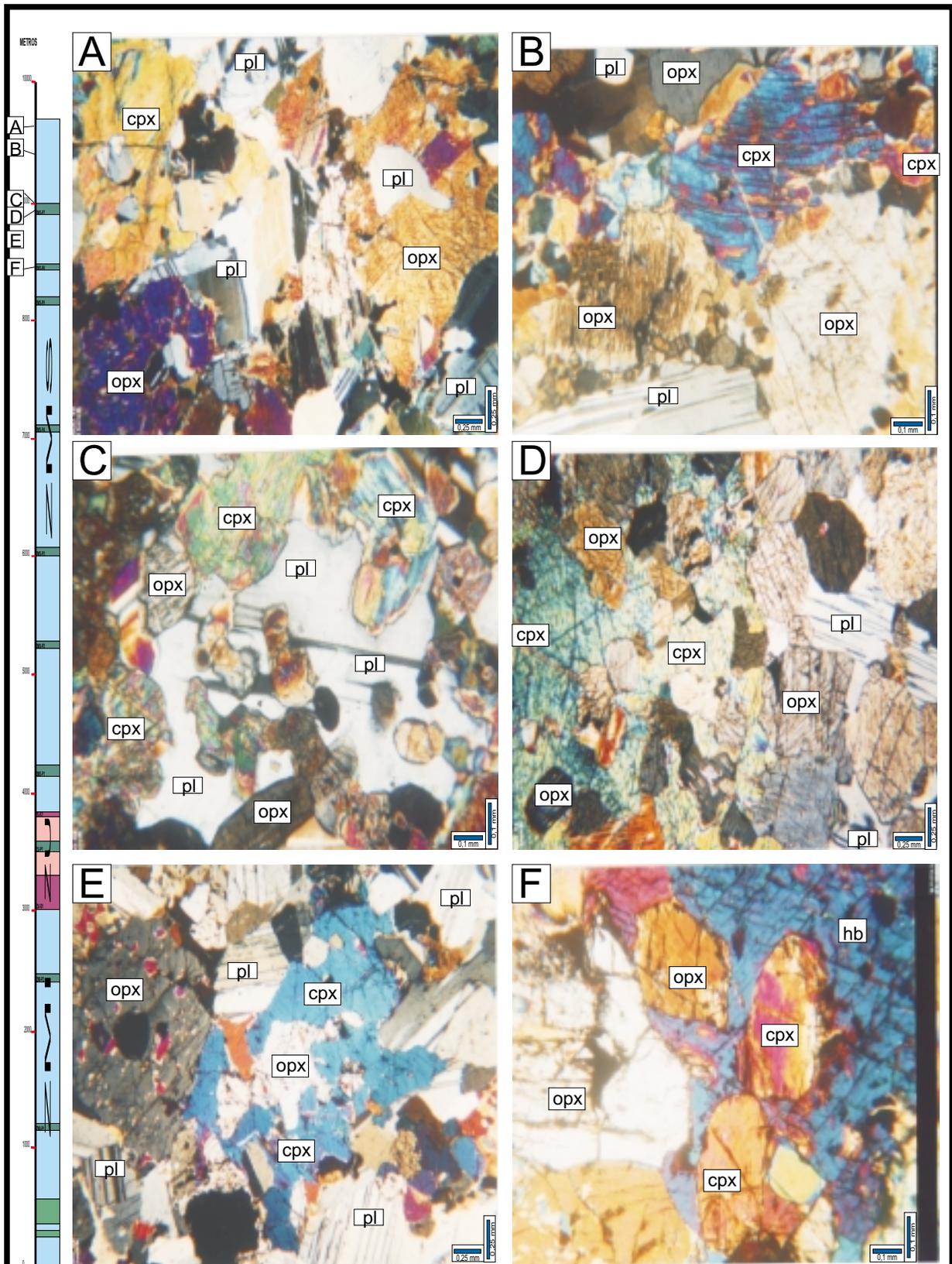


Figura 6 - Fotomicrografia dos litotipos da Zona Máfica Superior do Complexo de Cana Brava. Nicóis cruzados. **A)** Cpx-norito, isotrópico - Membro ZMS-M7. **B)** cpx-norito, protomilonítico, com deformação incipiente de piroxênios - Membro ZMS-M7. **C)** Websterito feldspático, isotrópico, com plagioclásio pós-cumulus (oicocrystal) - Membro ZMS-P7. **D)** Websterito feldspático, isotrópico, com clinopiroxênio pós-cumulus - Membro ZMS-P7. **E)** Gabronorito, isotrópico, de granulação grossa, com clinopiroxênio pós-cumulus - Membro ZMS-M6. **F)** Bi-hb-websterito feldspático, isotrópico e textura mesocumulítica. Biotita e anfibólios substituindo piroxênios - Membro ZMS-P6 (Lima, 1997).

Nestas unidades rítmicas as características litogeoquímicas indicam interrupções regulares nos padrões de concentração dos elementos maiores e traços, representados frequentemente pelo aumento da razão FFM,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ , além de variações na concentração de ETR ao longo da sequência estratigráfica. Este fato é ressaltado pela variação da razão  $(\text{La}/\text{Lu})_n$  indicando modificações na composição do líquido, associadas provavelmente à entrada de vários pulsos de magma.

Desta forma, na ZMS estão caracterizadas a presença de unidades cíclicas, formadas por um membro piroxenítico na base, sobreposto por um membro máfico.

### 3.3 - Segregação de Sulfetos na Zona Máfica Superior

A ocorrência de Elementos do Grupo de Platina (EGP) em depósitos de origem magmática, frequentemente está associada a um mecanismo de segregação de um líquido rico em enxofre (S) a partir da fusão silicática, uma vez que estes elementos se particionam preferencialmente para um líquido sulfetado imiscível.

A saturação de enxofre a partir de um magma pode ser controlada por mecanismos de fracionamento magmático e cristalização fracionada, permitindo a segregação de sulfetos em posições estratigráficas específicas da câmara magmática. Neste caso o entendimento da evolução magmática dos complexos acamados se torna extremamente necessário, indicando desta forma os locais mais favoráveis à segregação de sulfetos e na conseqüente concentração de EGP.

Na Zona Máfica Superior a caracterização de suas unidades cíclicas permitiu indicar, como níveis prioritários para a prospecção de EGP, as camadas de piroxenito que formam a base destas unidades (Lima, 1997).

Os níveis piroxeníticos apresentam uma maior quantidade de sulfetos disseminados (1-3%), representados principalmente por uma associação de pirrotita, pentlandita e calcopirita, além de troilita e gersdorffita, esta última conferindo a presença de uma fase rica em arsênio (As) junto ao líquido sulfetado

(figura 07). Não obstante, durante a análise de cerca de 100 seções/lâminas polidas não ter sido observada a presença de Minerais do Grupo da Platina (MGP), estes podem ocorrer como discretos cristais associados à paragénese de sulfetos.

Nas análises litogeoquímicas das camadas de piroxenitos destacam-se os altos valores de cobre ( $\text{Cu}^{+2}$ ), níquel ( $\text{Ni}^{+2}$ ) e cromo ( $\text{Cr}^{+3}$ ), que atingiram respectivamente concentrações de até 1010 ppm, 3450 ppm e 3012 ppm, associados à presença de sulfetos de Ni e Cu e clinopiroxênio rico em cromo.

Portanto, a base de cada unidade cíclica da ZMS representa o nível de entrada de cada novo pulso de magma, provavelmente apresentando um subsequente processo de formação de magma híbrido e a saturação do enxofre, permitindo uma maior concentração das gotículas de sulfetos junto aos primeiros cumulos de cada unidade. As camadas de piroxenito representam desta forma o primeiro alvo prospectivo para EGP na Zona Máfica Superior.

Considerando a Zona Máfica Superior correlacionável às unidades máficas do Complexo de Barro Alto (Série Goianésia) e Complexo de Niquelândia (Unidade Máfica Central), as quais correspondem a cerca de 60% da área destes complexos, a identificação dos membros piroxeníticos de cada unidade cíclica nestas unidades poderia restringir a área de investigação geoquímica, diminuindo os custos e riscos da etapa de exploração mineral do PNPP - Projeto Platina GO/TO.

### 3.4 - Resultados Parciais de Análises Químicas em Concentrado de Bateia

Os resultados parciais de análise química de concentrado de bateia do Complexo de Cana Brava, recebidos até o presente momento, referem-se a 225 amostras, analisadas para Pt, Pd e Au. Deste total foram observadas amostras com resultados analíticos acima do limite de detecção cujos valores atingiram até 99 ppb (Pt), 30 ppb (Pd) e 2863 ppb (Au). Nas figuras 08, 09 e 10 pode-se observar a distribuição dos valores obtidos até o momento.

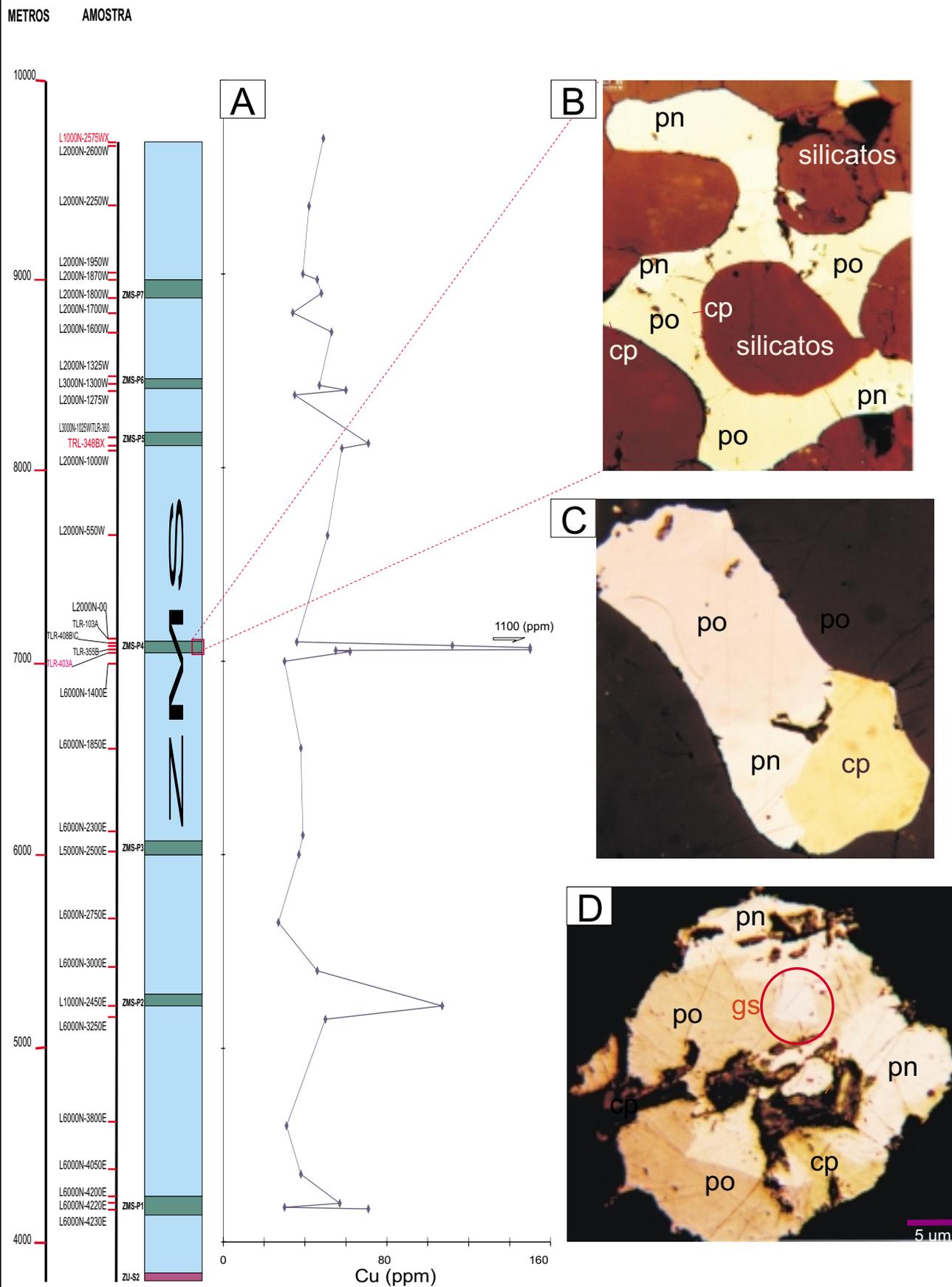


Figura 7 - **A**) Variação da concentração de cobre (ppm) em análises química de rocha. **B**) Textura intersticial dos sulfetos presentes nos membros piroxeníticos. **C**) Principal associação de sulfetos (pirrotita + pentlandita + calcopirita) - aumento 200x. **D**) Gersdorffita incluída em pirrotita - aumento 500 x (Lima,1997).

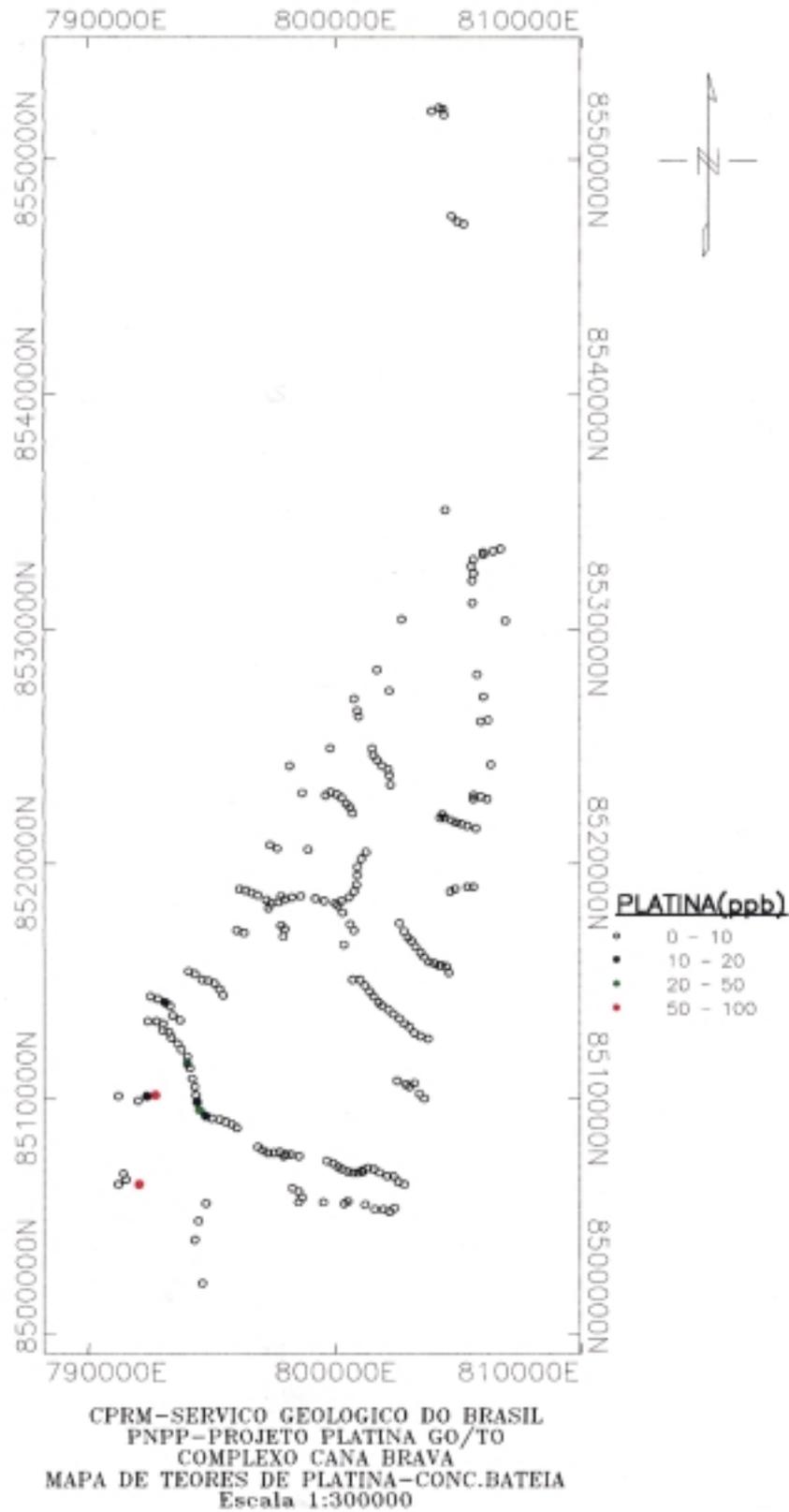
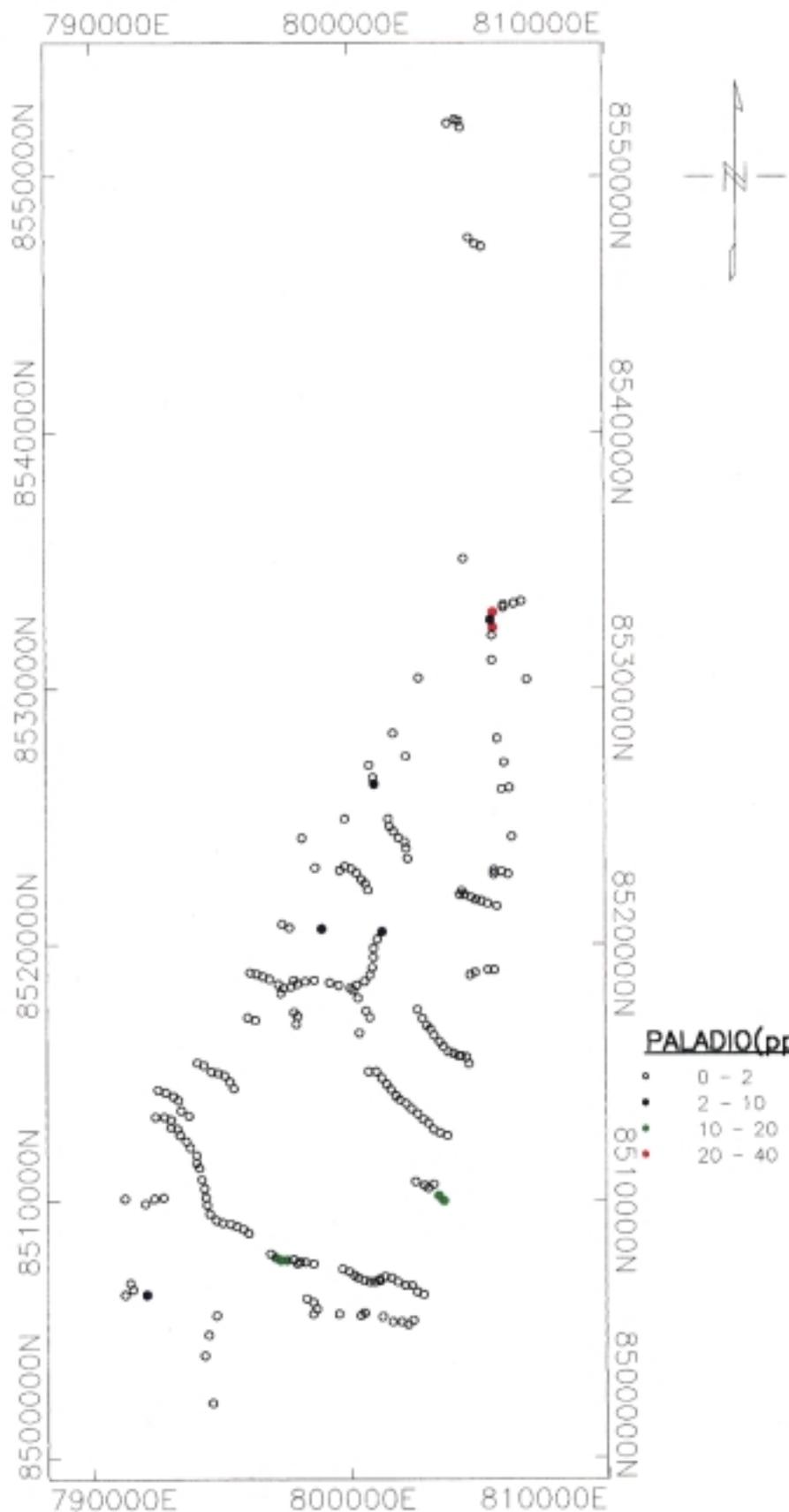
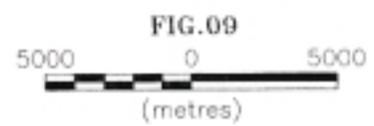


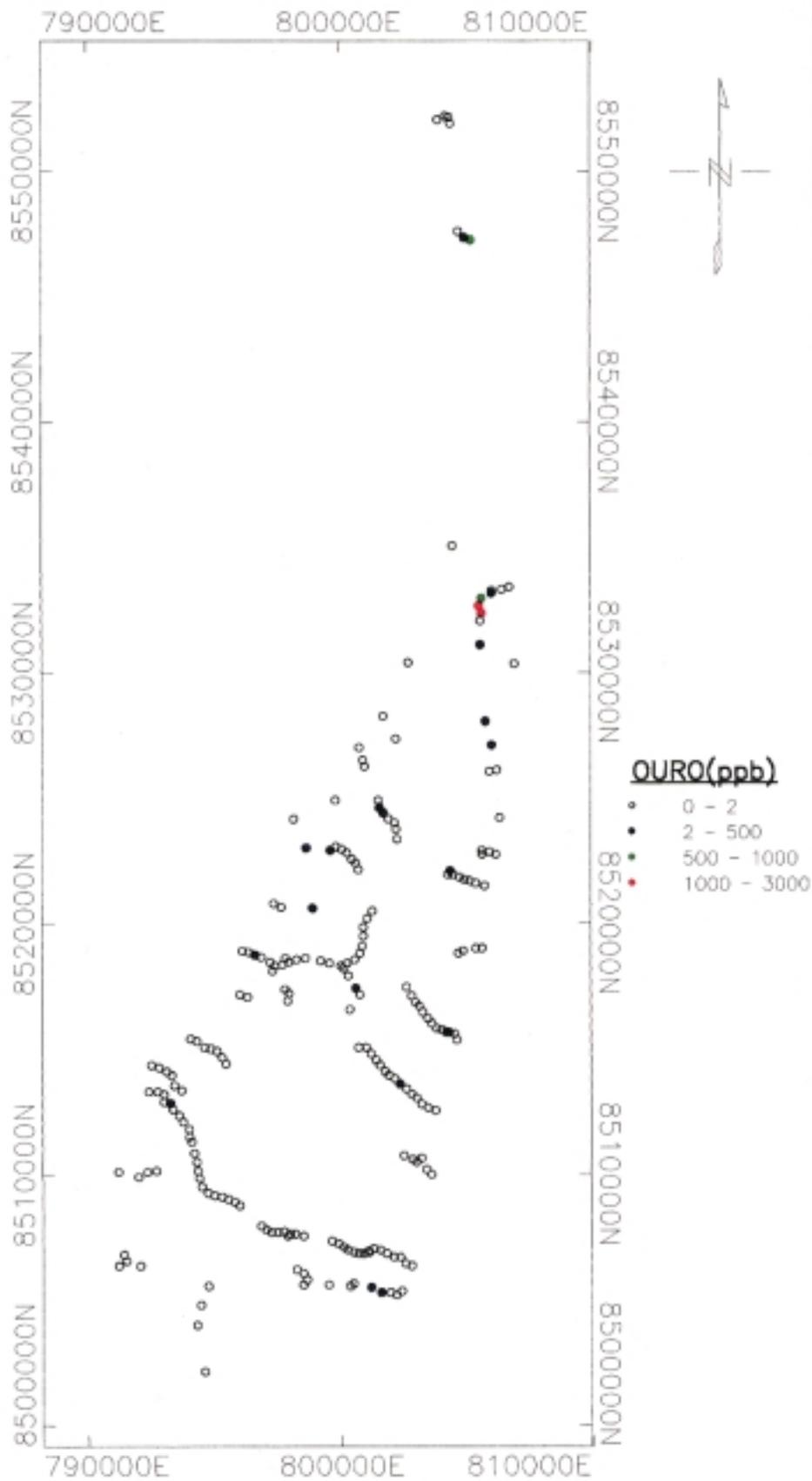
FIG.08  
5000 0 5000  
(metres)



- PALADIO(ppb)**
- 0 - 2
  - 2 - 10
  - 10 - 20
  - 20 - 40

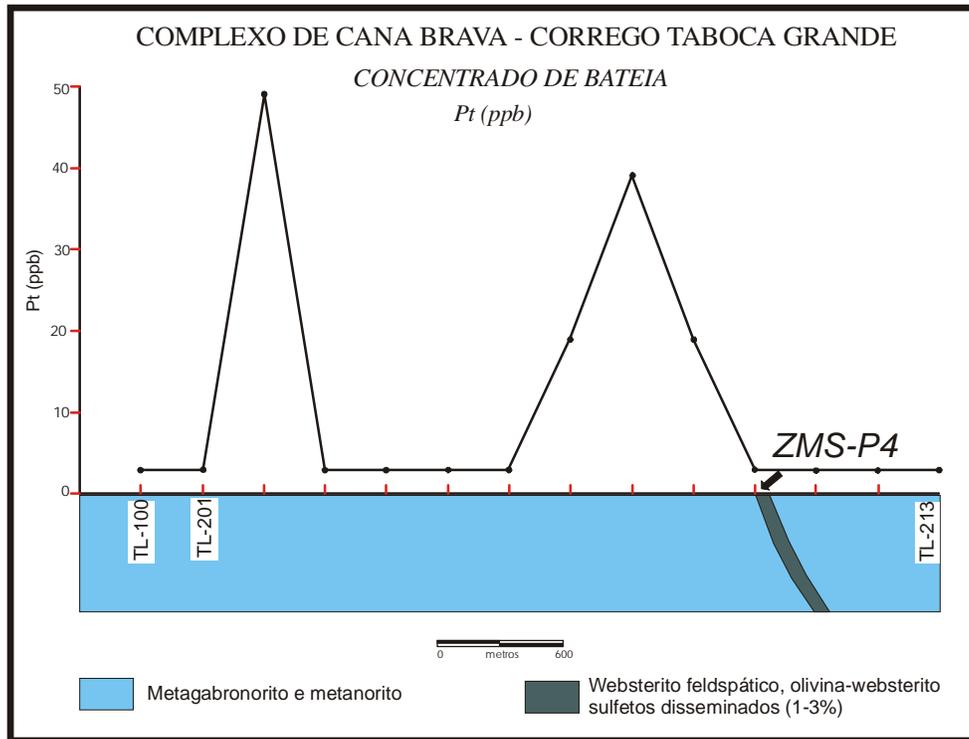
CPRM-SERVICO GEOLOGICO DO BRASIL  
 PNPP-PROJETO PLATINA GO/TO  
 COMPLEXO CANA BRAVA  
 MAPA DE TEORES DE PALADIO-CONC.BATEIA  
 Escala 1:300000





CPRM-SERVICO GEOLOGICO DO BRASIL  
 PNPP-PROJETO PLATINA GO/TO  
 COMPLEXO CANA BRAVA  
 MAPA DE TEORES DE OURO-CONC.BATEIA  
 Escala 1:300000





**Figura 11** - Concentrações de Pt em concentrado de bateia - Corrego Taboca Grande Complexo de Cana Brava-GO-01.

Na Zona Máfica Superior destaca-se os valores de Pt (19-39 ppb) em amostras localizadas no “Corrego Taboca Grande”, presentes à jusante do membro piroxenítico na ZMS-P4 onde foi observada a presença de sulfetos disseminados (1-3%) e elevada concentração de cobre (1010 ppm) e níquel (3450 ppm) (**Fig. 11**). Desta forma, as camadas de piroxenito provavelmente representam a área fonte dos resultados positivos de Pt e Pd, como sugerido por Lima (1997).

Na Zona Ultramáfica, os resultados de análise recebidos até o momento não indicaram a presença de valores de Pt e Pd acima do limite de detecção. Entretanto, altas concentrações de Au (551-2863 ppb) são encontradas em amostras localizadas próximas à ZU e que podem estar associadas às zonas de cisalhamento presentes na Zona Máfica Inferior (ZMI).

## 4 - Complexo de Barro Alto - GO-03

### 4.1 - Introdução

O Complexo de Barro Alto localiza-se na região central do Estado de Goiás (entre as cidades de Barro Alto e Rubiataba) representando uma das mais extensas intrusões máfico-ultramáficas do Brasil, com dimensão de cerca de 150 km x 30 km (**figura 12**).

### 4.2. Geologia, Estratigrafia, Petrografia e Evolução Magmática

O Complexo de Barro Alto é formado por duas principais unidades geológicas representadas pelas sequências Serra de Santa Bárbara e Serra da Malacacheta, com características geológicas e estratigráficas distintas (Fuck *et. al.*, 1981; Danni *et. al.*, 1984).

Na Unidade Serra de Santa Bárbara predominam rochas máficas granulizadas com intercalações de delgadas camadas de piroxenito, além de restrita faixa de rochas ultramáficas intensamente serpentinizadas. Na Unidade Serra da Malacacheta ocorrem gabro, troctolito, gabro coronítico e níveis piroxeníticos subordinados com estruturas, texturas e associações minerais ígneas preservadas.

Oliveira (1993) propôs para a Unidade Serra de Santa Bárbara, uma subdivisão estratigráfica representada por: Zona de Tectonitos Basais e da Zona Máfica Acamadada, reunidas sob a denominação de Série Goianésia (**figura 13**). A Zona Máfica Acamadada ainda foi subdividida em seis subzonas compostas por uma camada de piroxenitos na base sobreposta por rochas máficas (gabro-norito, norito, anortosito), com características de unidades cíclicas. As características petrográficas e petrológicas descritas à seguir baseiam-se em Oliveira (1993).

Os termos piroxeníticos apresentam-se predominantemente como metaortopiroxenitos, podendo ocorrer variações laterais para ortopiroxenito feldspático e metawebsterito feldspático. Nestes litótipos são encontradas texturas adcumuláticas a mesocumuláticas formada por um agregado de

cúmulus de ortopiroxênio ou clinopiroxênio + ortopiroxênio com plagioclásio pós-cúmulus (**figura 14 A/B**).

Os principais trabalhos realizados no complexo referem-se aos estudos de Baeta *et. al.* (1972); Stache (1976); Figueiredo (1978); Girardi *et. al.* (1981); Fuck *et. al.* (1981); Danni *et. al.* (1984). Moraes (1992), Oliveira (1993) e Suita (1996), os quais resultaram em duas distintas propostas de evolução magmática caracterizadas por: a) representar um complexo acamadado e, por outro lado, b) constituir uma associação de rochas plutônicas, vulcânicas e sedimentares similar à uma sequência de um edifício ofiolítico.

Nestes litótipos os piroxênios podem ocorrer como fenocristal dando origem à textura ad-cumulática porfirítica. Os minerais acessórios e traços são representados por ilmenita, rutilo, sulfetos (pirrotita, pentlandita e calcopirita), grafita e rara olivina/espinélio. Em alguns termos websteríticos podem ser encontrados quartzo e zircão acessórios.

Os termos máficos são representados por metagabronorito, metanorito, metatroctolito e metanortosito, que possuem frequentemente textura adcumulática formada por cúmulus de plagioclásio e piroxênios ou texturas meso-ortocumuláticas onde ocorrem plagioclásio e piroxênios pós-cúmulus (**figura 14 C/D**). Nos termos troctolíticos ocorre textura coronítica, onde a olivina é envolvida por ortopiroxênio e uma franja de simplectito (espinélio verde-hornblenda) (**figura 15A**). São encontrados ainda minerais acessórios representadas por: apatita, ilmenita, zircão e sulfetos.

Os litótipos da Série Goianésia frequentemente apresentam texturas e parageneses metamórficas superimpostas, que obliteram as feições ígneas e são representadas por agregados granoblásticos de plagioclásio e piroxênios formando uma associação metamórfica típica de fácies granulito (**figura 15 C/D**).

As características litogeoquímicas nesta unidade são similares às de rochas de

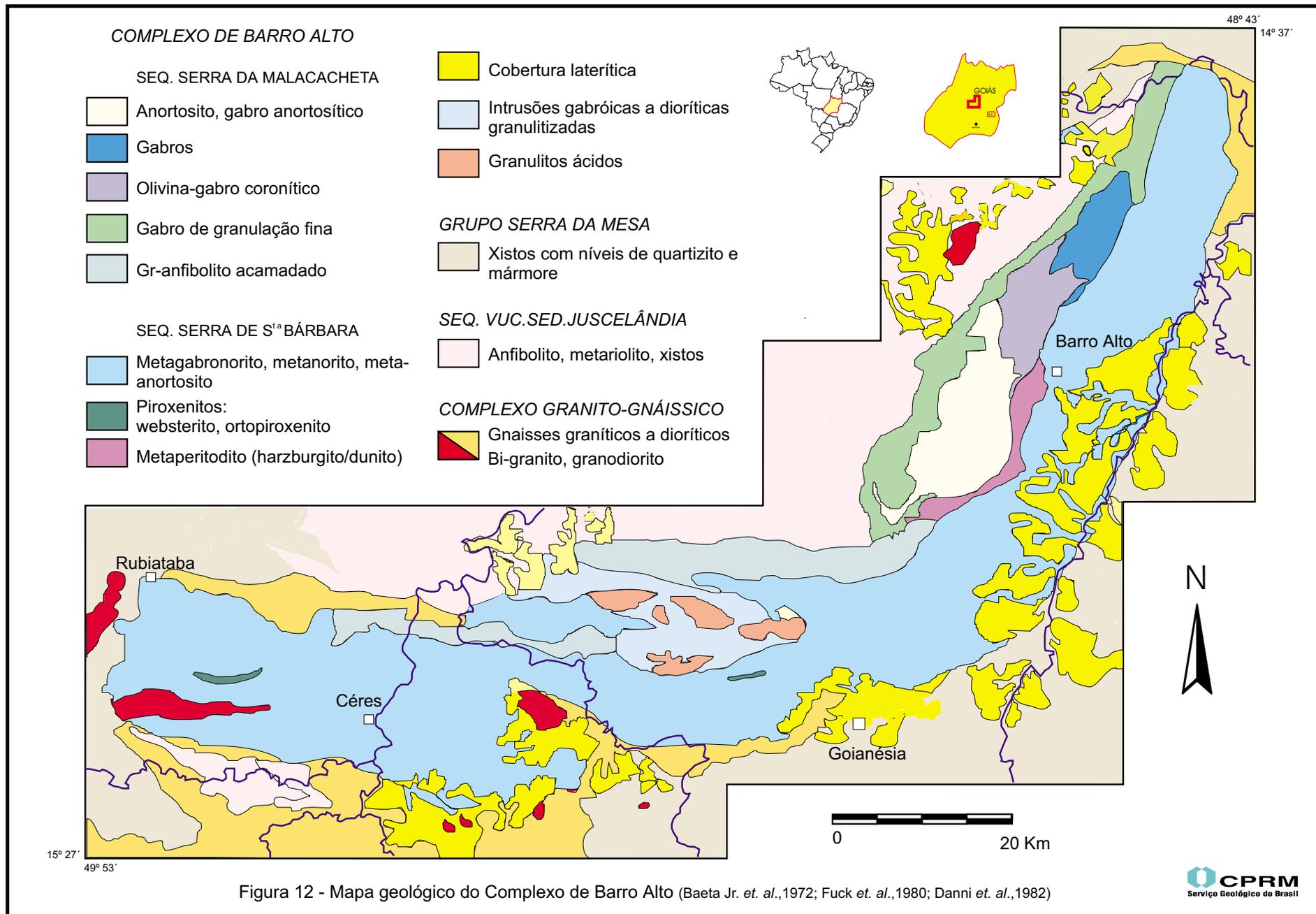


Figura 12 - Mapa geológico do Complexo de Barro Alto (Baeta Jr. *et. al.*,1972; Fuck *et. al.*,1980; Danni *et. al.*,1982)

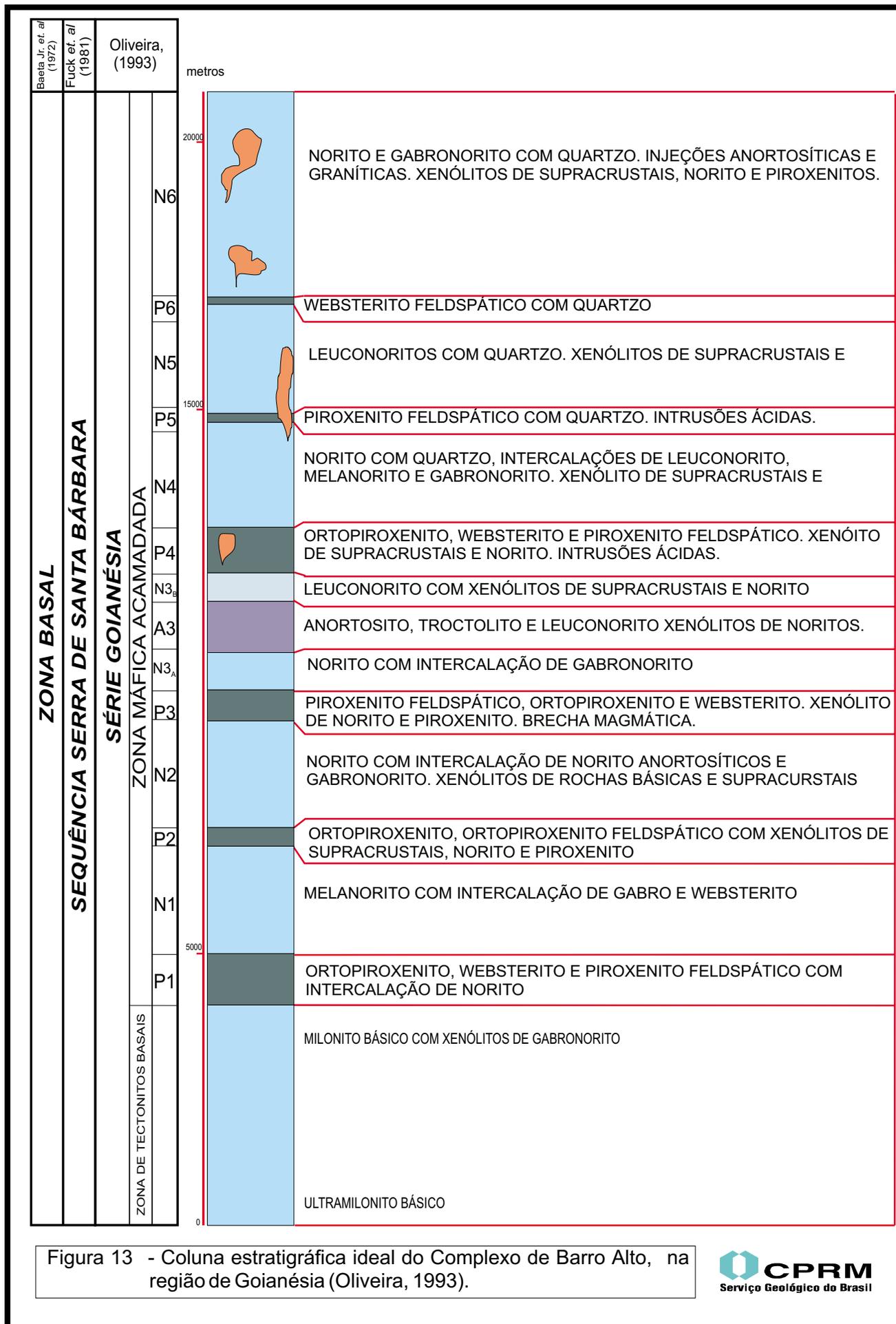


Figura 13 - Coluna estratigráfica ideal do Complexo de Barro Alto, na região de Goianésia (Oliveira, 1993).

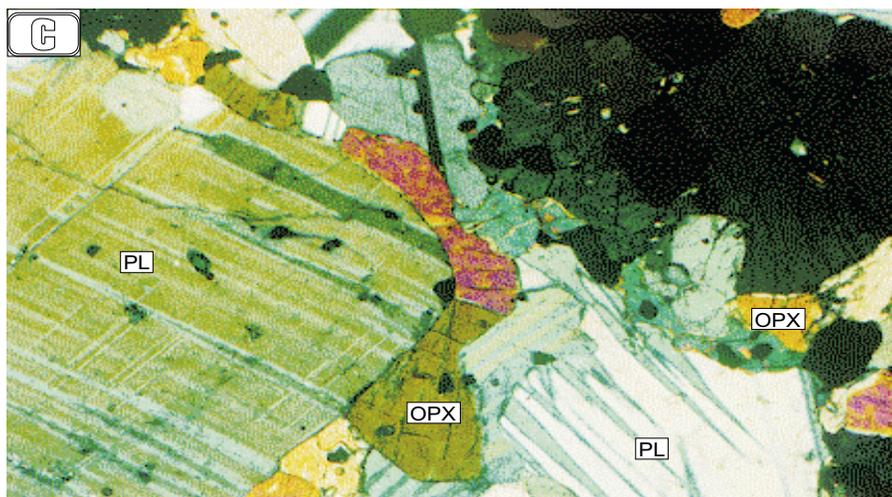
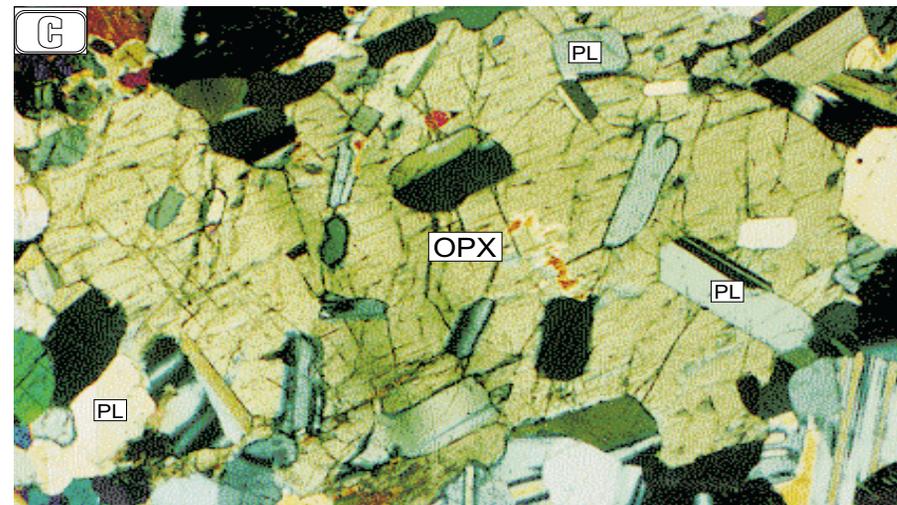
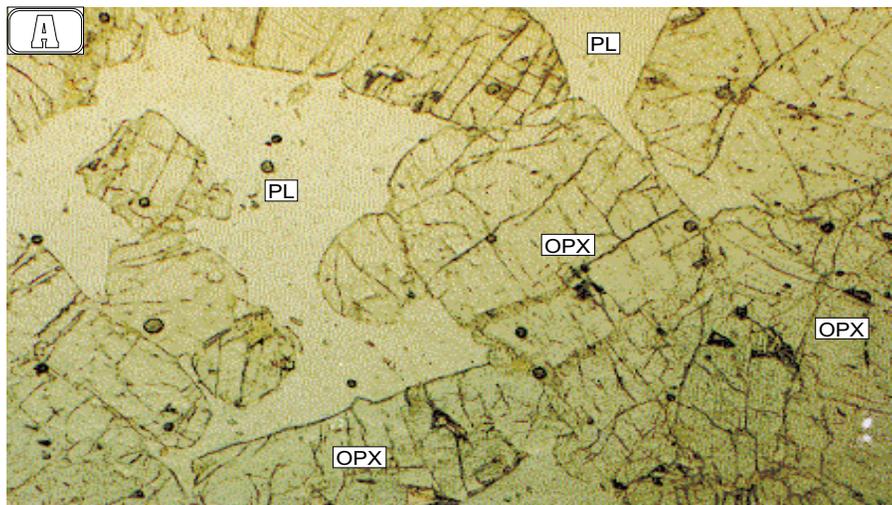


Figura 14 - Fotomicrografia das rochas cumuláticas da Série Goianésia - Complexo de Barro Alto (Oliveira, 1993). **A)** Textura mesocumulática em ortopiroxenito feldspático. **B)** Oicocristal de hiperstênio com inclusões de plagioclásio - textura mesocumulática poiquilítica. **C)** Textura mesocumulática com ortopiroxênio pós-cúmulus em norito anortosítico. **D)** Laminação ígnea incipiente em metanorito anortosítico.

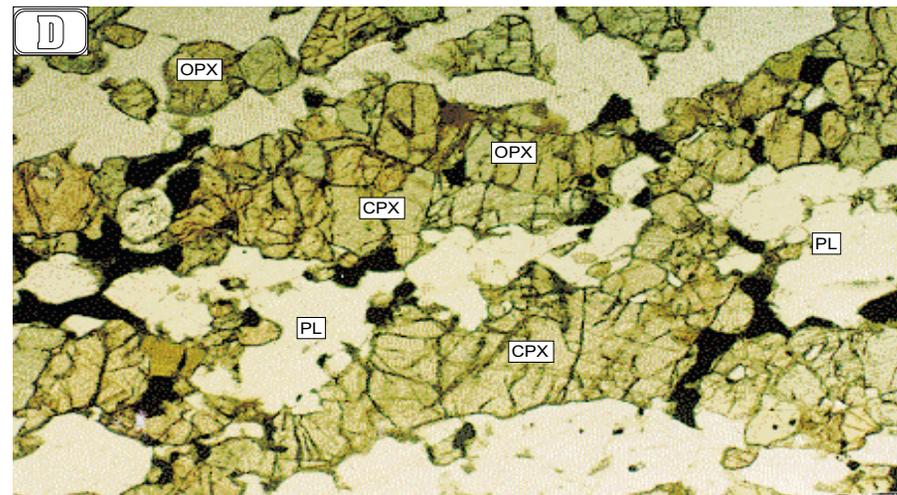
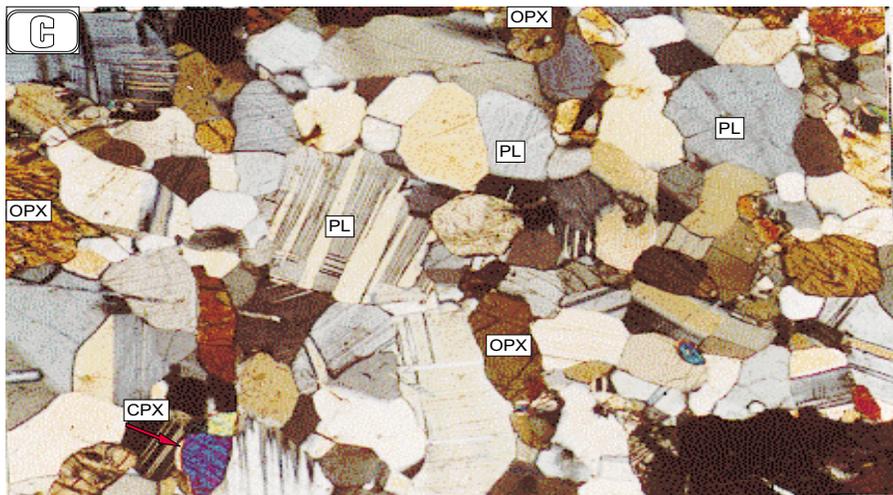
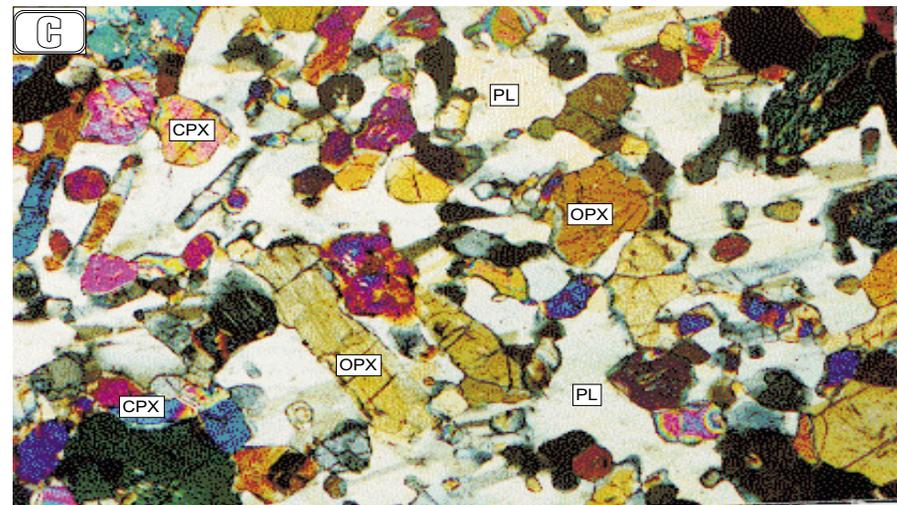
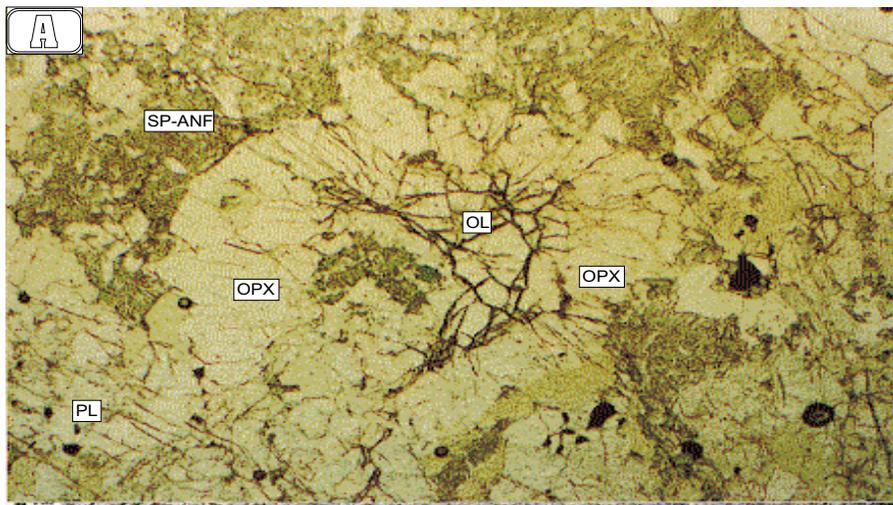
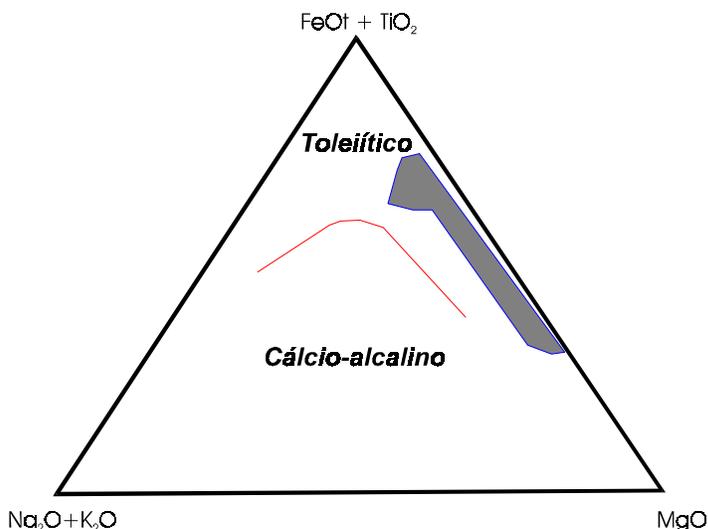


Figura 15 - Fotomicrografia de associações minerais e texturas ígneas/metamórficas do Complexo de Barro Alto (Oliveira, 1993). **A**) Textura coronítica em troctolito, com olivina (ol) no centro e ortopiroxênio + simplectitos de espinélio verde (sp) e anfíbólio (anf). **B**) Oicocristal de plagioclásio (pl) em websterito feldspático, com textura mesocumulática. **C**) Textura granuloblástica, com matriz de neoblastos de piroxênios e plagioclásio formando paragênese metamórfica do Fácies Granulito. **D**) Texturas granuloblástica com assembleia mineral (pxs+pl) orientada segundo a foliação Sn.

filiação toleítica, como exemplificado pela razão AFM (**figura 16**). Os padrões de ETR e a razão  $(La/Lu)_n$  indicam variações na composição do magma, provavelmente devido à

distintos estágios de fracionamento ou à entrada de pulsos de magma ao longo da sequência estratigráfica.



**Figura 16** - *Trend* de diferenciação dos litotipos da Série Goianésia do Complexo de Barro Alto (Oliveira, 1993).

A distribuição de cromo ( $Cr^{+3}$ ), níquel ( $Ni^{+2}$ ) e cobre ( $Cu^{+2}$ ) nas rochas da série Goianésia, indica um brusco aumento da concentração destes elementos na base de cada subzona estratigráfica, formada pelo membro piroxenítico (**figura 17**).

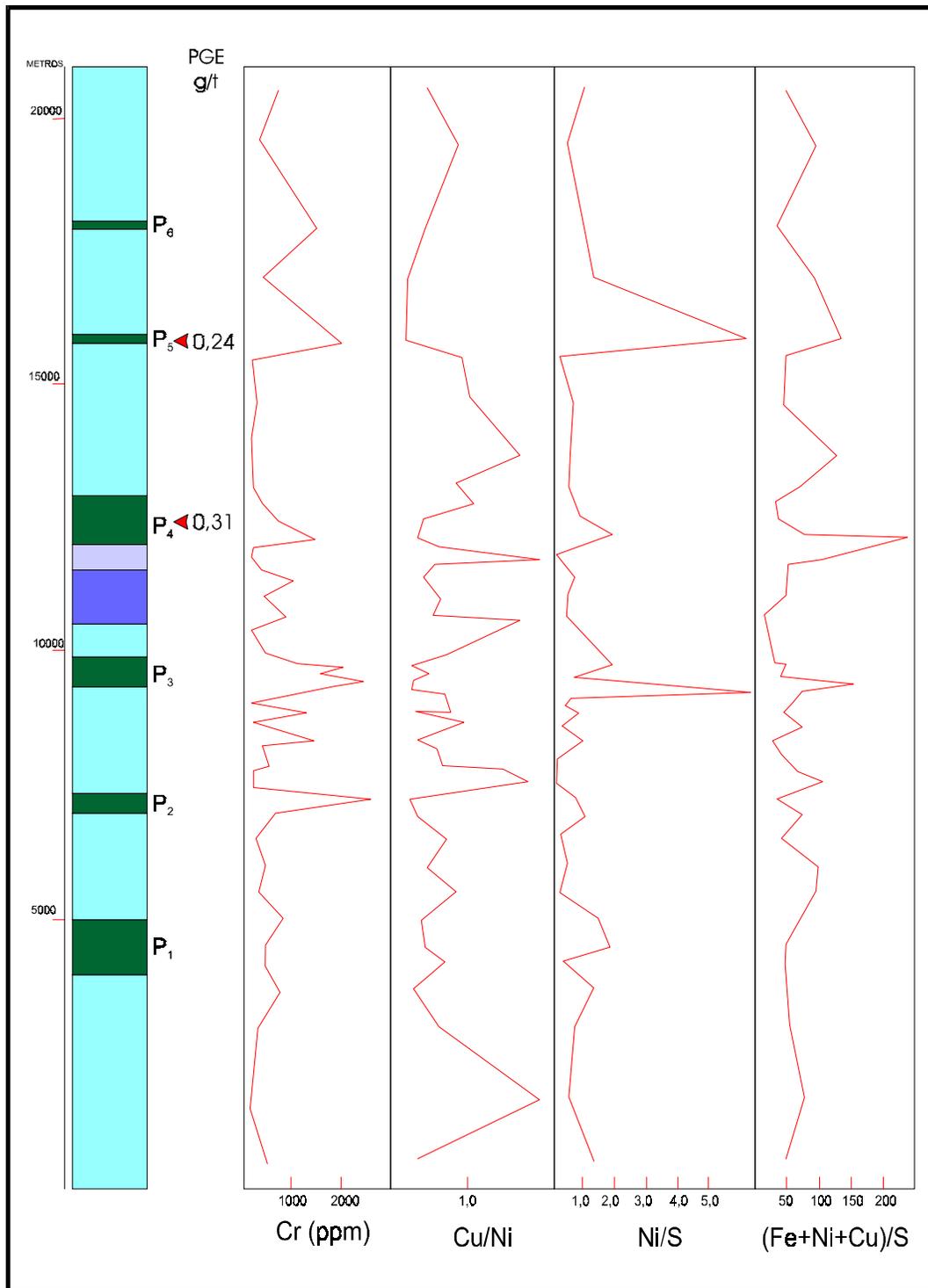
Destaca-se a presença de EGP, em análise química de rocha, em dois níveis piroxeníticos (P4 e P5) com valores de 0,31 e 0,24 g/t, onde foi observada uma associação de sulfetos disseminados (1-3%), representados por pirrotita, calcopirita e pentlandita. Estas camadas estão localizadas coincidentemente na área de ocorrência dos melhores resultados de EGP, em concentrado de bateia (até 3579 ppb), e que forma a área alva “Córrego Pica-Pau”, motivo de investigação de detalhe a ser realizada

Conclui-se, portanto, que os principais níveis a serem investigados, constituem-se nas camadas de piroxenitos, que for

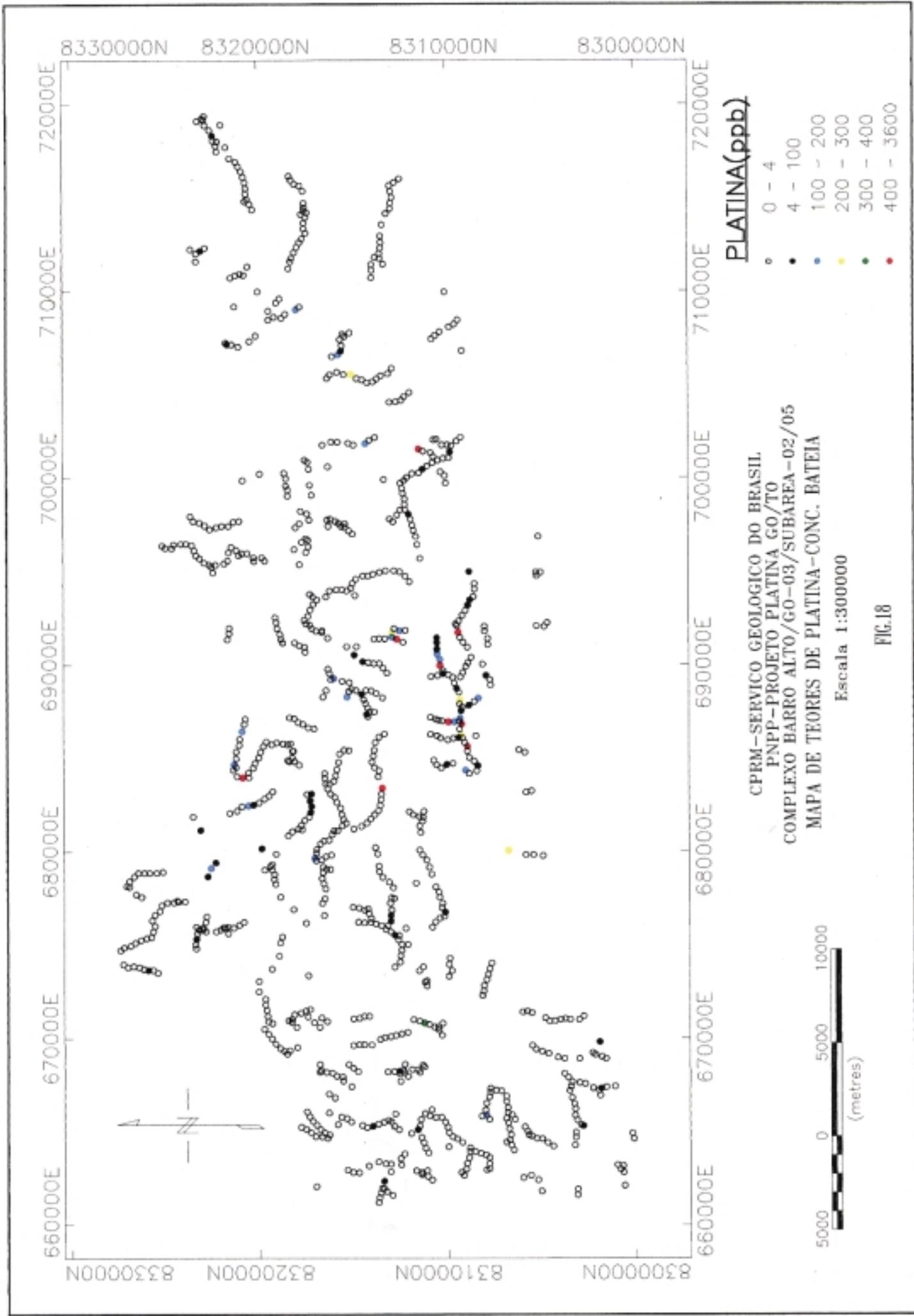
ma a base das subzonas estratigráficas da Série Goianésia, e provavelmente apresentam mecanismos de segregação de sulfetos análogos ao sugerido para o Complexo de Cana Brava (Lima, 1997).

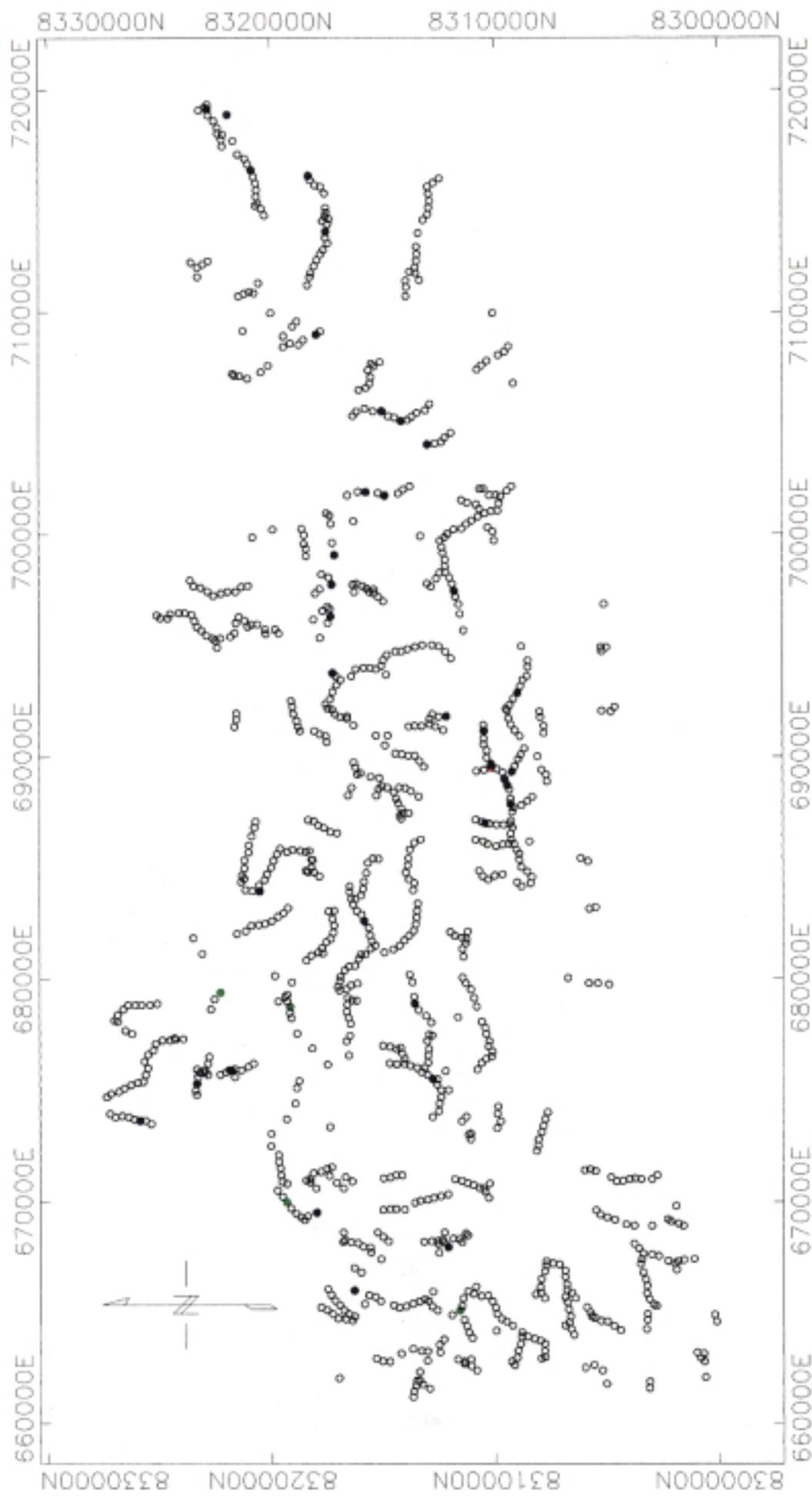
#### 4.3 - Resultados Parciais de Análises Químicas e Mineralógicas em Concentrado de Bateia

Nas subáreas 02 e 05 do Complexo de Barro Alto - GO-03, foram recebidos até o momento 1034 resultados de análise química de concentrado de bateia, correspondendo à totalidade das amostras da subárea 02 (415 amostras) e parte da subárea 05 (619 amostras), sendo necessário o recebimento de 109 amostras desta subárea. Nas **figuras 18, 19 e 20** é apresentada respectivamente a distribuição de Pt, Pd e Au nas subáreas 02 e 05 do Complexo de Barro Alto, onde pode-se observar que:



**Figura 17** - Distribuição de Cr, Cu/Ni, Ni/S, Fe+Ni+Cu/S e localização dos resultados de EGP - análises litogeoquímicas - Série Goianésia, Complexo de Barro Alto (Oliveira,1993)





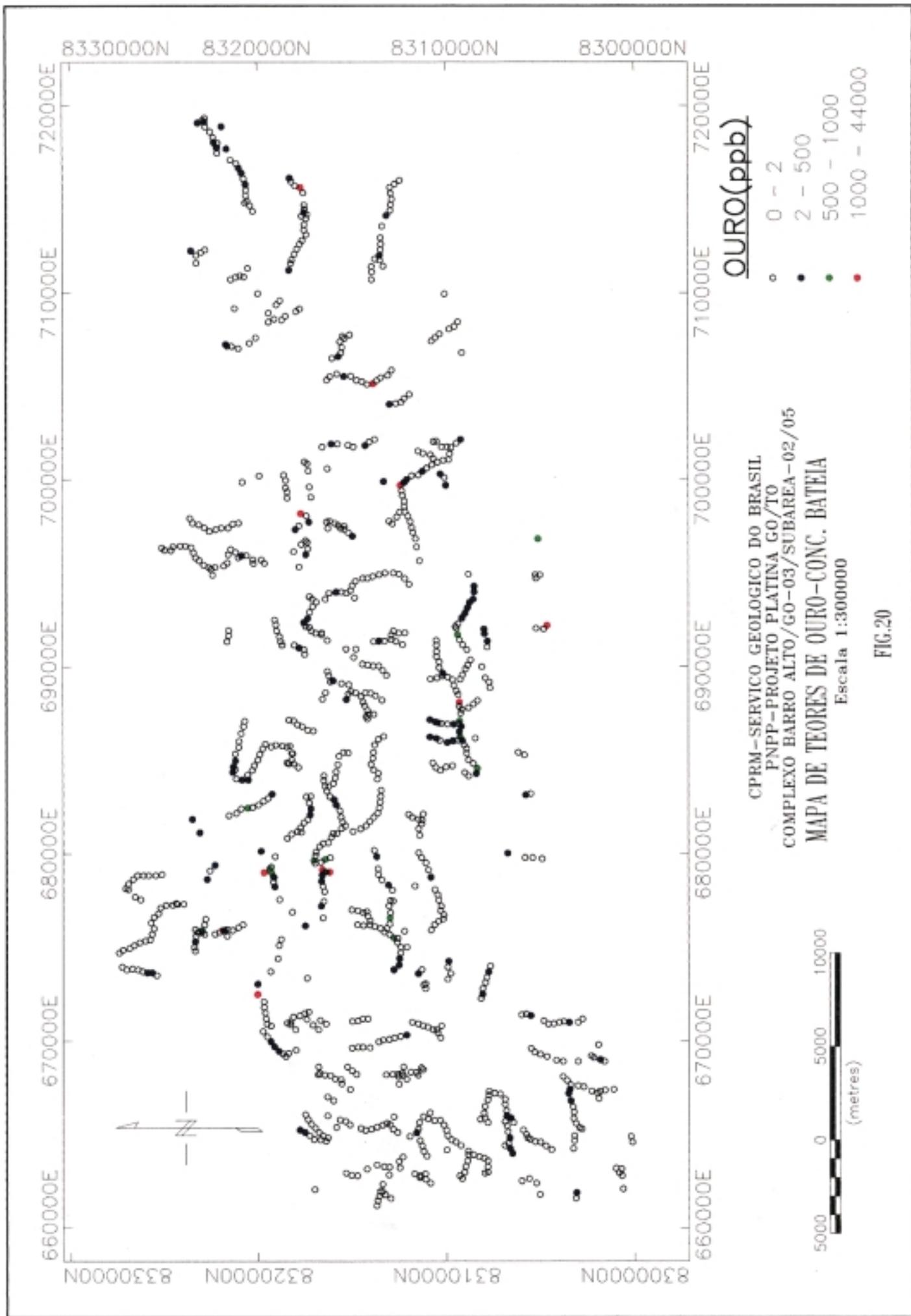
**PALADIO(ppb)**

- 0 - 2
- 2 - 6
- 6 - 10
- 10 - 14

CPRM - SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL  
 PNPP - PROJETO PLATINA GO/TO  
 COMPLEXO BARRO ALTO/GO-03/SUBAREA-02/05  
**MAPA DE TEORES DE PALADIO-CONC. BATEIA**  
 Escala 1:300000



FIG.19



CPRM - SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL  
 PNPP - PROJETO PLATINA GO/TO  
 COMPLEXO BARRO ALTO/GO-03/SUBAREA-02/05  
**MAPA DE TEORES DE OURO-CONC. BATEIA**  
 Escala 1:300000

FIG.20

- Os resultados analíticos acima dos limites de detecção correspondem a: 84 (Pt); 17 (Pd) e 126 (Au) amostras, representando respectivamente cerca de 9% (Pt); 2%(Pd) e 13% (Au) do total de amostras analisadas.
- Os resultados das análises químicas de concentrado de bateia, que ocorrem acima do limite de detecção, situam-se principalmente na Sequência Granulítica Serra de Santa Bárbara (Série Goianésia) onde predomina metagabronorito, com intercalações de níveis piroxeníticos (**figura 21**).
- Os valores de Pt acima do limite de detecção geralmente são acompanhados por resultados positivos de Au e Pd.
- O Au apresenta um maior número de resultados acima do limite de detecção, em relação aos valores de Pt e Pd.
- A bacia do “Córrego Pica-Pau” e drenagens adjacentes apresentam o maior número de amostras de concentrado de bateia com valores de Pt, Pd e Au acima do limite de detecção.
- Na Bacia do “Córrego Pica-Pau” são observados valores elevados de Pt (até 3579 ppb).

As análises mineralógicas efetuadas nas amostras destas subáreas identificaram a presença de dois grãos, registrados como “Minerais do Grupo da Platina”, mas que requer ainda confirmação em análise por

MEV. Estes encontram-se em drenagens da área de captação do “Córrego Pica-Pau” ou próxima a esta, ressaltando a importância desta região para futuros trabalhos de *follow-up* (**figura 21**). De uma forma geral, nos concentrados minerais analisados, foi identificada a presença esporádica de grãos de cromita, ouro e/ou pirita.

Os resultados das análises de Cu, Ni e Cr em sedimento de corrente nas subáreas 02 e 05, são apresentados respectivamente nas **figuras 22, 23 e 24**. Observa-se que na bacia de captação do “Córrego Pica-Pau” ocorre uma coincidência da distribuição das anomalias geoquímicas de sedimento de corrente com os resultados de Pt, Pd e Au, acima do limite de detecção, em concentrado de bateia. Outras anomalias geoquímicas de sedimento de corrente não apresentam similar correspondência, indicando que somente à algumas destas podem estar associadas a presença de EGP.

Na área de captação do “Córrego Pica-Pau” ocorrem camadas de piroxenito que apresentam concentração total de EGP, em análise química de rocha, de 0,31 e 0,24 g/t (Oliveira, 1993). Portanto, os resultados positivos de Pt e Pd obtidos em concentrado de bateia possivelmente devem estar associados a estes níveis de piroxenitos, os quais se constituem em principal motivo de investigação geológica e geoquímica a ser realizada (**Anexo**).

Desta forma, até o momento, a bacia de captação do “Córrego Pica-Pau” corresponde na principal área para futuros trabalhos de investigação de detalhe.

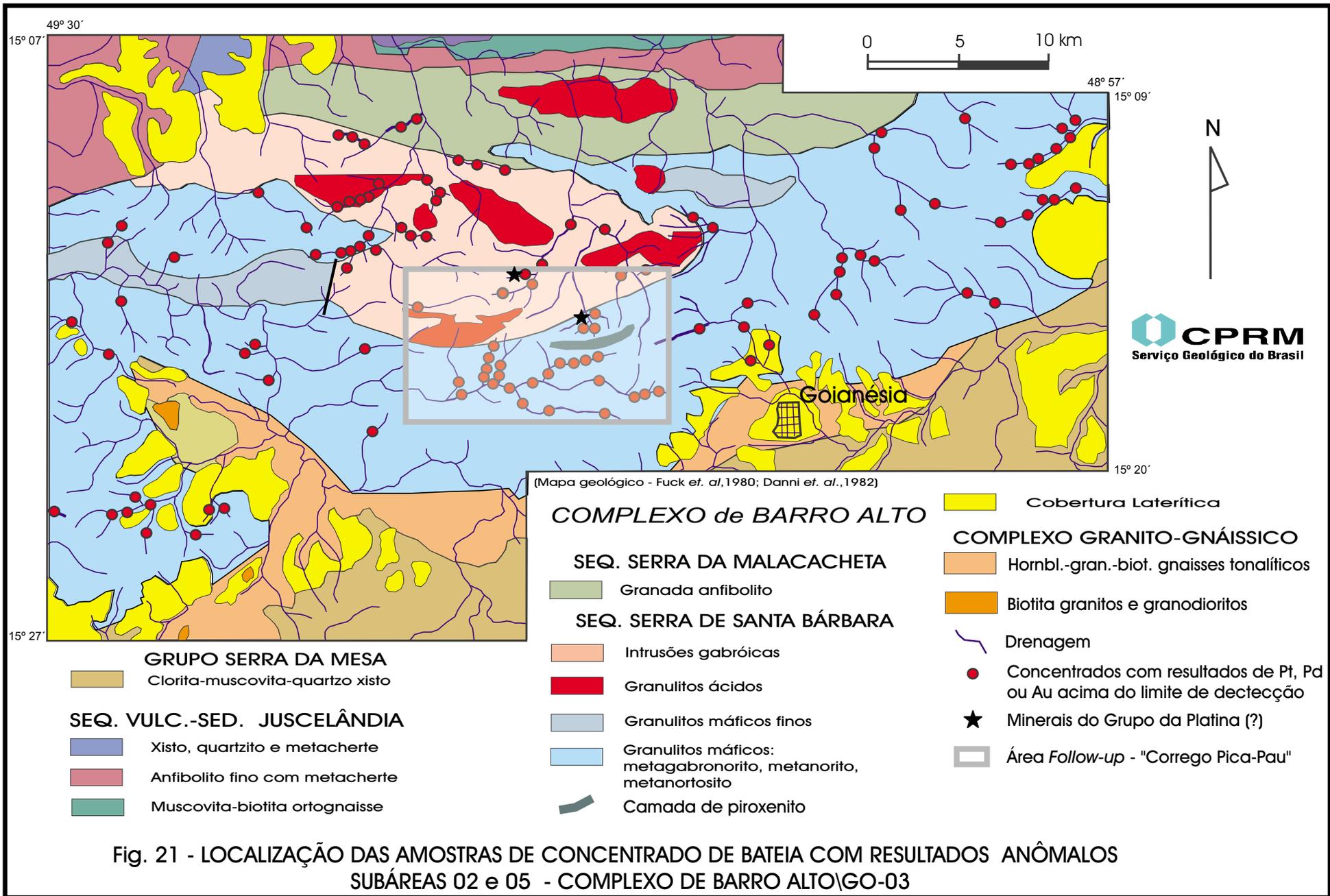
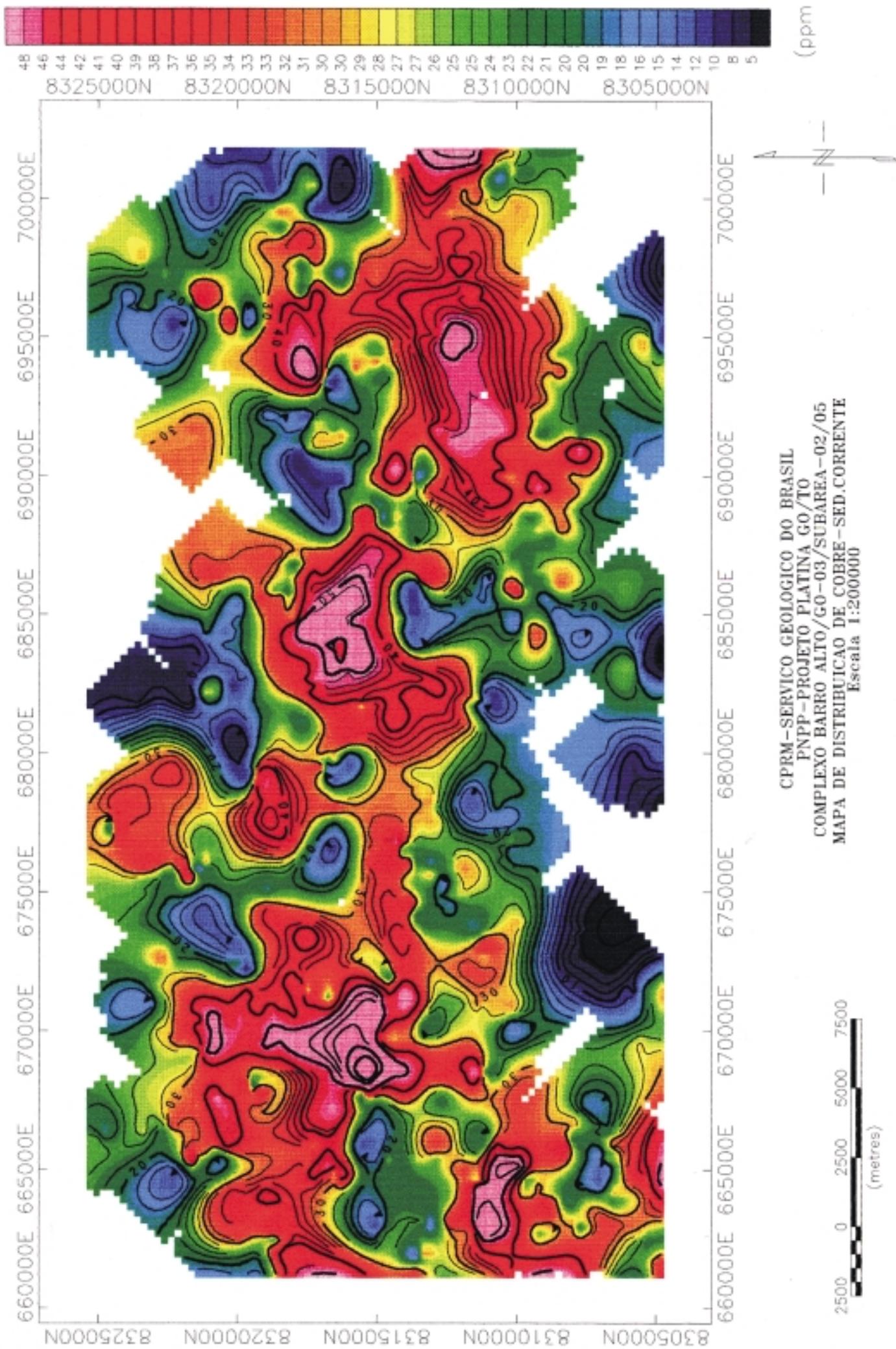


Fig. 21 - LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE CONCENTRADO DE BATEIA COM RESULTADOS ANÔMALOS SUBÁREAS 02 e 05 - COMPLEXO DE BARRO ALTO\GO-03



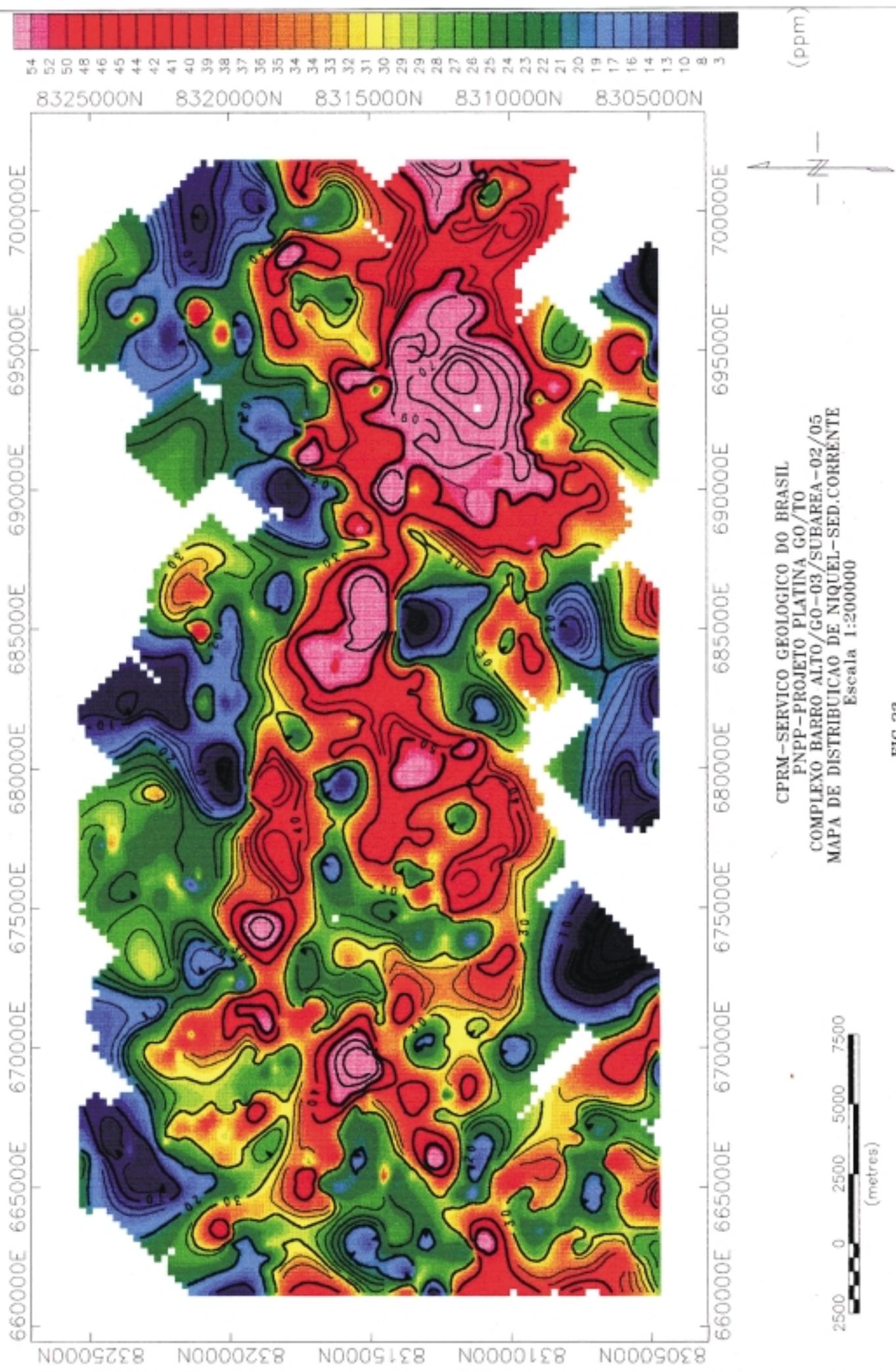


FIG.23

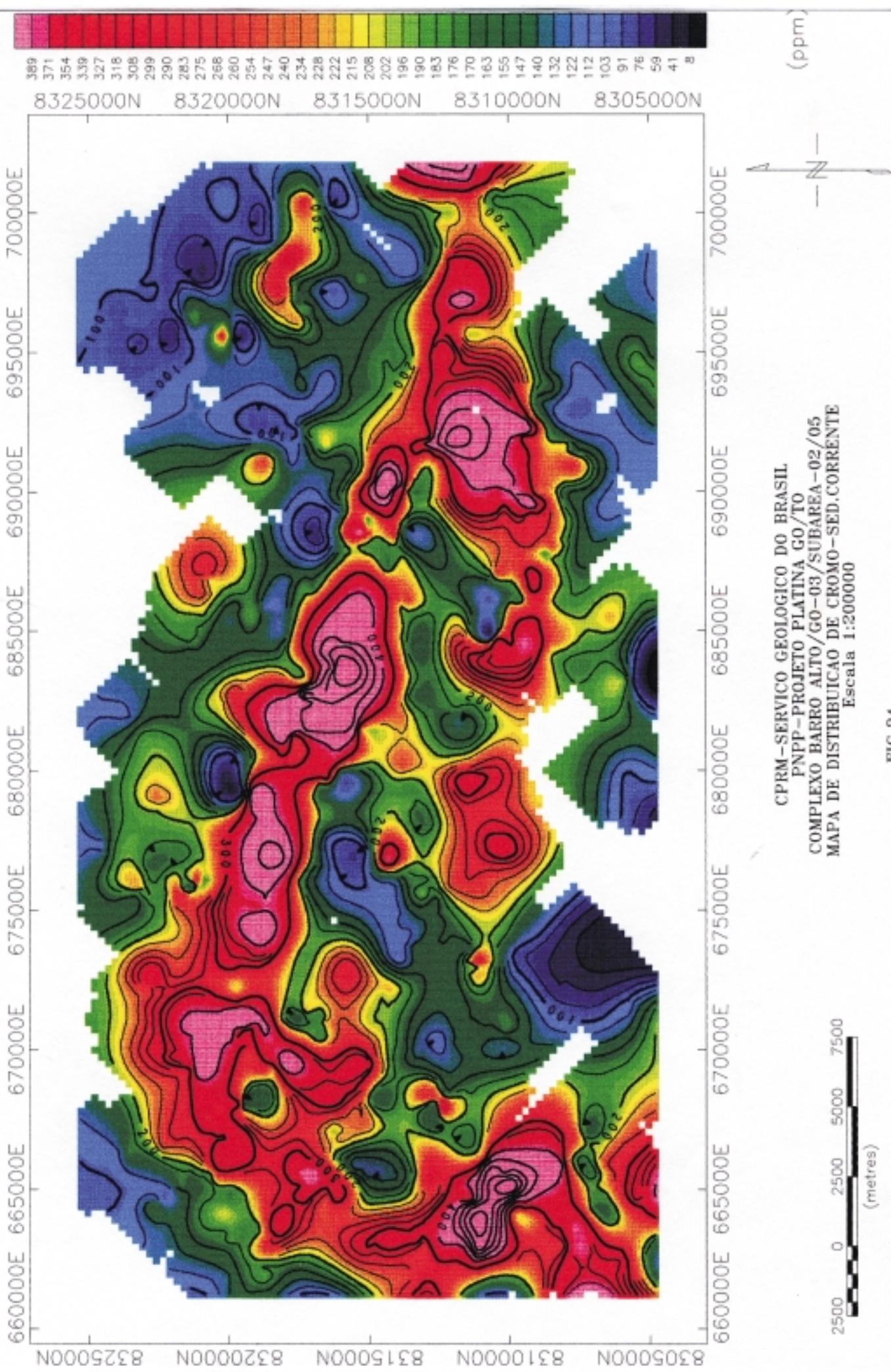


FIG.24

## 5 - Conclusões

---

Os Complexos de Cana Brava-GO-01 e Barro Alto GO-03 representam duas importantes intrusões acamadadas do Brasil, possuindo ambiente geológico e dimensões que as tornam de grande interesse para a prospecção de EGP.

O conhecimento da evolução magmática do Complexo de Cana Brava e parte do Complexo de Barro Alto permitiu a formulação de um mecanismo para a concentração destes metais nobres a partir da mistura de magma, onde a base de cada unidade cíclica, geralmente formada por um membro piroxenítico, representa o nível de entrada de cada novo pulso e o local onde deve ter ocorrido a principal etapa de segregação de um líquido sulfetado das grandes zonas máficas.

A estas camadas de piroxenito devem estar associados os resultados positivos de Pt e Pd em análises litogeoquímica, de concentrado de bateia e mineralógica obtidos até o presente momento e que apresentam as seguintes características:

### I) Complexo de Cana Brava-GO-01

- Ocorrem sulfetos disseminados (1-3%), representados principalmente por pirrotita, pentlandita e calcopirita.
- Nas análises litogeoquímicas são obser-

vados valores de até 1010 ppm de Cu, 3450 ppm de Ni e 3012 ppm de Cr.

- São encontrados em amostras do concentrado de bateia valores de até 49 ppb Pt, localizados à jusante do membro piroxenítico com sulfetos disseminados.

### II) Complexo de Barro Alto-GO-03

- São observados em resultados de análise litogeoquímica valores de 0,31 e 0,24 g/t de EGP, associados às camadas de piroxenito.
- Ocorre associação de sulfetos disseminados (1-3%), representados por pirrotita, pentlandita e calcopirita em camadas de piroxenito.
- Foram obtidos nas análises de concentrado de bateia, valores de até 3579 ppb de Pt, 16 ppb de Pd e 43010 ppb de Au em amostras das subáreas 02 e 05.
- A bacia de captação do “Córrego Pica-Pau” e drenagens adjacentes mostram o maior número de amostras com resultados de Pt, Pd e Au acima dos seus respectivos limites de detecção, constituindo-se até o presente momento, no principal alvo para trabalhos de *follow-up*.

## 6 - Recomendações

---

A fim de melhor definir e apresentar subsídios geoquímicos para a identificação da área fonte responsável pelas anomalias positivas de Pt, Pd e Au obtidos em concentrado de bateia, sugere-se que:

- No Complexo de Cana Brava-GO-01 seja realizada a coleta e análise de amostras de solo sobre as camadas de piroxenito,

definidas em mapeamento de detalhe já realizado (1:25.000).

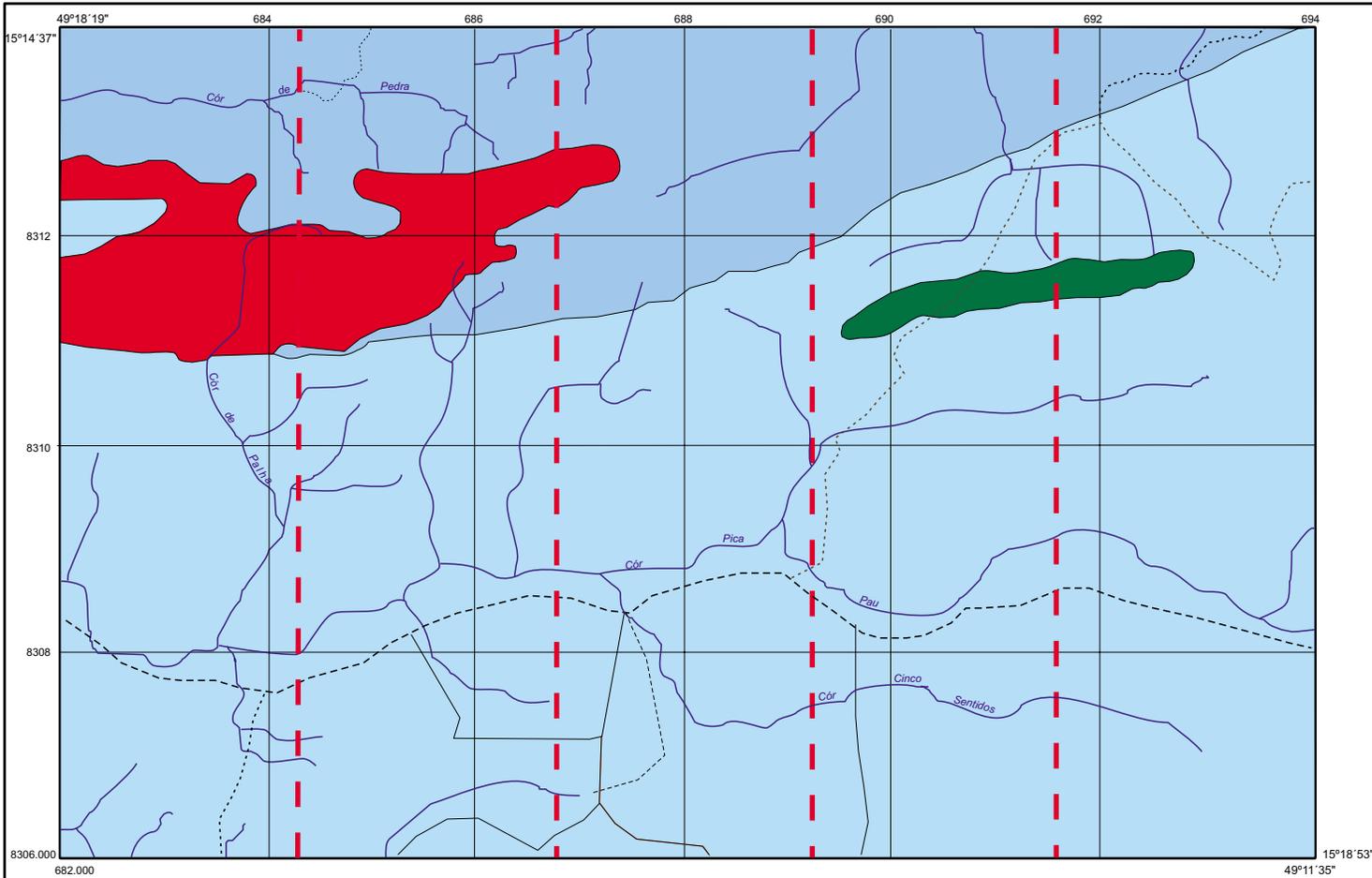
- No Complexo de Barro Alto GO-03 se efetue uma campanha de *follow-up* na bacia do “Córrego Pica-Pau” e adjacências, para a realização de mapeamento geológico em escala de semi-detalhe (1:25.000), coleta e análise de amostras de solo dos membros piroxeníticos.

## 7 - Referências Bibliográficas

---

- BAÊTA JR, J.D.A ; FIGUEIREDO , A.N. ; SOUZA, E.P.; MELLO, J.C.R. 1972. *Projeto Goianésia-Barro Alto*. Goiânia : DNPM/CPRM, 2.v. (Inédito).
- BERBERT,C.1970. Geologia Geral dos Complexos Básicos-Ultrabásicos de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA ; 20 . Brasília , 1970 . **Boletim Especial**. 01...Brasília : SBG, p. 20-24.
- CORREIA, C.T.1994. *Petrologia do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava, Goiás*. 151p. São Paulo. (Tese (Doutorado - Instituto de Geociências , Universidade de São Paulo)
- DANNI, J.C.M.; FUCK, R.A.; KUYUMJIAN, R.M.; LEONARDOS, O.H.; WINGE, M. 1984. O Complexo de Barro Alto na Região de Céres - Rubiataba, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**. 14(2) : 120-136.
- FIGUEIREDO,A. N.1978. *Geologia e Mineralizações do Extremo Norte do Complexo de Barro Alto, Goiás*.Brasília. 104p (Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.
- FUCK, R.A.; DANNI, J.C.M.; WINGE, M.; ANDRADE, G.F., BARREIRA; C.F., LEONARDOS, O.H.; KUYUMJIAN , R.M. 1981. Geologia da região de Goianésia. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA CENTRO-OESTE, 1º, Goiânia , 1981 . **Anais...**Goiânia : SBG. p. 447-469.
- FUGI, M.1989.*REE Geochemistry and Sm/Nd Geochronology of the Cana Brava Complex - Brazil*. Dissertação (Mestrado) Kobe Univesity . 55p.
- GIRARDI, V.A.V. & KURAT, G.1982. Precambrian Mafic and Ultramafic Rocks of the Cana Brava Complex, Brazil - mineral compositions and evolution. **Revista Brasileira de Geociências**. 12 (1-3) : 313-323.
- GIRARDI, V.A.V.; FERRARA, G. R.; SIENA, F.; SINIGOI,S. 1981. Precambrian Barro Alto Complex of Goiás, Brazil: Bulk geochemistry and phase equilibria. **N. Jb. Miner. Abh.** 142(3) : 270-291.
- LEÃO NETO, R. & OLIVATTI, O. 1983. **Projeto Palmeirópolis : Etapa preliminar** – Goiânia : DNPM/CPRM, 1 v. (Inédito).
- LIMA, T.M. & NILSON, A.A. 1996. Geologia da Porção Sul do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava.In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA ; 39 . Salvador : 1996 . **Anais...**Salvador , SBG. p.238-242.
- LIMA, T.M. 1997. *Geologia, Estratigrafia e Petrologia da Porção Sul do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava, Goiás*. 300 p. Brasília. Dissertação de (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- MARINI, O.J.; CAMPOS NETO, M.C.; FRÁGUAS,S.R.; SILVA,M.T.; VIEIRA, S.A.B. 1974. Folha Dois de Julho (SD-22-X-D-111-3), 1:50.000. IN : Brasília.FUB/DNPM. *Projeto Serra Dourada* (inédito).
- MARINI, O.J.; FUCK,R.A.; DARDENNE, M.A .FARIA, A .1977. Contribuição à Geologia do Pré-Cambriano da Porção central de Goiás. **Revista Brasileira Geociências**. 7:304-324.

- MILEWSKI, J.P.; PAMPLONA, R.; OSTRONOFF, C.; SARMENTO, C.E.; 1970. Excursão N° 7: Região de Cana Brava. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA ; 24. Brasília, 1970. **Bol. Esp. n° 02**...Brasília : SBG , p . 115-130.
- MORAES, R. 1992. *Metamorfismo e deformação da Sequência Vulcano-Sedimentar de Juscelândia, Goiás e Geoquímica de seus Anfíbolitos*. Complexo de Barro Alto na Região de Ceres - Rubiataba, Goiás. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências – UnB.
- NAGAO, M. 1974. Mapa Geológico do Complexo de Cana Brava (1:50.000) . Inédito.
- OLIVEIRA, A.M. 1993. *Petrologia, Estratigrafia, Petroquímica e Potencialidades para Elementos do Grupo de Platina (EGP) no Complexo de Barro Alto na Região de Goianésia, Goiás*. 86 p. Brasília. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, UnB.
- STACHE, G.A .1973. *Untersuchungen zur Geologie, Petrografie, Metamorphose und Genese des Basic-Ultrabasischen Massivs von Barro Alto - Goiás (Brasilien)*. **Clausther Geol. Abh.**, Berlin. 24, 149.
- SUITA, M.T.F. 1996. *Geoquímica e Metalogenia de Elementos do Grupo da Platina (EGP+Au) em Complexos Máfico-ultramáficos do Brasil: critérios & guias com ênfase no complexo máfico-ultramáfico acamadado de alto grau de Barro Alto (CBA, Goiás)*. 525p. Porto Alegre. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências da UFRGS.

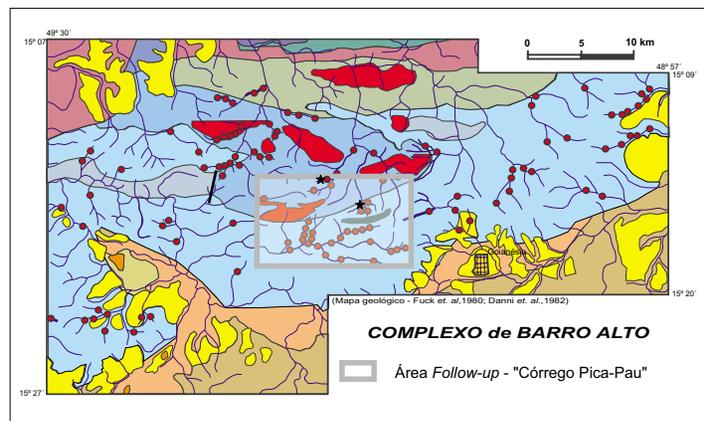


**LEGENDA**

- granulitos ácidos:  
leptinitos, hy-leptinitos sil-hy-gr-granulitos,  
hy-qz-granulitos, cor sil-gr-ganaissse
- intrusões gabróicas:  
hy-qz-dioritos granulitizados, hy-gnaisses,  
xenólitos de supracrustais
- granulitos máficos:  
metagabronorito, metanorito, bi-hb-metanorito,  
xenólitos de supracrustais
- piroxenito:  
websterito, prtopiroxenito
- drenagem
- estrada sem pavimentação
- cerca
- picadas programadas



**Anexo ao Informe 04 da Série Metais do Grupo da Platina e Associados: Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.**



**CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

**PNPP - PROJETO PLATINA GO/TO**

**COMPLEXO DE BARRO ALTO GO - 03**

**MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA ALVO - "CÓRREGO PICA-PAU"**

ESCALA 1: 50.000

