

# PROGRAMA NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE METAIS DO GRUPO DA PLATINA – UMA SÍNTESE (PARTE 2)\*

Mário Farina

## TRABALHOS REALIZADOS

### Períodos de Campo

A Tabela 4 espelha os períodos efetivos de campo para cada um dos projetos componentes do programa. Entende-se por períodos efetivos os dias realmente trabalhados em prospecção, não estando incluídos, portanto, os deslocamentos, dias de descanso e outros impedimentos.

### Amostras Coletadas e Analisadas

A Tabela 5 mostra as quantidades de amostras coletadas e analisadas relativamente ao período de 1992 a junho de 1995. As diferenças entre os totais de amostras coletadas e analisadas representam as quantidades de amostras a serem analisadas a partir de julho de 1995, com exceção do caso de rochas que em parte não são enviadas ao laboratório, sendo apenas descritas macroscopicamente.

### Caracterização das Áreas de Trabalho

A Tabela 6 indica as áreas de trabalho do programa por unidade da Federação, pela tipologia geológica e de acordo com o estágio em que se encontram os levantamentos prospectivos.

| PROJETO                        | 1992 | 1993 | 1994 | 1995<br>(ATÉ JUNHO) | TOTAL |
|--------------------------------|------|------|------|---------------------|-------|
| Platina RS/SC                  | 20   | 9    | 0    | -                   | 29    |
| Platina SP/PR                  | 37   | 116  | 7    | 0                   | 160   |
| Platina MG                     | 55   | 27   | 62   | 0                   | 144   |
| Platina BA/SE                  | 19   | 95   | 79   | 11                  | 204   |
| Platina PA/AP                  | 48   | 97   | 57   | 0                   | 202   |
| Platina AM/RR                  | -    | 20   | 14   | 20                  | 54    |
| Platina GO/TO                  | 30   | 60   | 100  | 65                  | 255   |
| Platina RO                     | 70   | 55   | 129  | 40                  | 294   |
| Platina MT                     | -    | -    | 16   | 36                  | 52    |
| Platina PI/MA                  | 23   | 33   | 33   | -                   | 89    |
| Total                          | 302  | 512  | 497  | 172                 | 1.483 |
| Média por Projeto em Execução  | 38   | 57   | 50   | 19                  | 148   |
| Número de Projetos em Execução | 8    | 9    | 10   | 9                   | 10    |

Tabela 4 – Períodos efetivos trabalhados no campo em geólogos/dia.

## RELATÓRIOS E MAPAS GERADOS

A Tabela 7 apresenta os números dos diversos relatórios e mapas temáticos elaborados no período de 1992 a junho de 1995. Os principais mapas temáticos são geológicos, geoquímicos e de amostragens.

\* Complementação do artigo Programa Nacional de Prospecção de Metais do Grupo Platina – Uma Síntese, editado no número anterior desta revista.



## TIPO LI – INTRUSÕES ACAMADADAS *LAYERED INTRUSIONS*

- Serra do Onça – Está localizada nos municípios de São Félix do Xingu e Parauapebas, no estado do Pará, correspondendo a um complexo máfico-ultramáfico, anorogênico, estratificado, intrusivo, de idade proterozóica inferior, com cerca de 75km<sup>2</sup>. As litologias estão representadas por dunitos, serpentinitos, piroxenitos, gabros e noritos. Em amostras de concentrados de bateia de solos, foram detectados alguns grãos de minerais platiníferos, confirmados por microscopia eletrônica de varredura, em cinco pontos de amostragem, cujos teores de platinóides em porcentagem de peso são os seguintes (Tabela 8).

| AMOSTRA | Pt   | Pd   | Ir  | Os  |
|---------|------|------|-----|-----|
| 01      | 62,1 | 7,6  | -   | -   |
| 02      | 42,1 | 24,2 | -   | -   |
| 03      | -    | -    | 1,6 | 2,3 |
| 04      | 80,9 | 11,5 | -   | -   |
| 05      | 87,8 | -    | -   | -   |

**Tabela 8** – Teores de platinóides em porcentagem de peso.

No mesmo tipo de material amostrado, as análises químicas revelaram a presença de Pt em 36 amostras (40 a 800ppb) e Pd em 42 amostras (10 a 400ppb).

- Serra da Puma e Igarapé Carapanã – Localizadas no município de São Félix do Xingu, no estado do Pará, são áreas com condições geológicas bastante semelhantes às da Serra do Onça. Os trabalhos prospectivos, no entanto, estão em sua fase inicial, ainda não se dispondo de resultados analíticos.
- Cacoal – Situada no estado de Rondônia, no município homônimo, corresponde a um complexo máfico-ultramáfico acamadado com domínio de troctolitos e gabros, além de peridotitos e harzburgitos, com cerca de 30km<sup>2</sup>. Os estudos calcográficos detectaram pentlandita, calcopirita, bornita, pirrotita, cromita e um provável mineral do grupo da platina. Os teores em concentrados de bateia mostraram Pt com 10-20ppb e Pd com 30ppb, em associação com ouro (10 a 1.450ppb). Em amostras de solos, o Cu foi detectado com teores entre 450-900ppm e o Ni entre 1.600 a 3.000ppm.

- Serra do Colorado – Localizada no município de Alta Floresta d'Oeste, no estado de Rondônia, parece representar uma importante área do tipo LI, mas a prospecção está ainda em fase bastante inicial.
- Barro Alto – Situada no município homônimo no estado de Goiás, refere-se a um complexo máfico-ultramáfico acamadado com cerca de 2.860km<sup>2</sup>. Em 47 amostras de concentrados de bateia da zona ultramáfica, a Pt foi detectada em 17 delas com teor máximo de 440ppb. É importante assinalar que grande parte das amostras coletadas desse complexo ainda não foi analisada.
- Tapuruquara – Situada no município de Santa Isabel do Rio Negro, no estado do Amazonas, é um complexo máfico-ultramáfico que inclui gabros, noritos, piroxenitos e anortositos com provável disposição acamadada. Aqui também os trabalhos estão em fase bastante prematura.

## TIPO FB – *SILLS* RELACIONADOS COM BASALTOS DE PLATÔ

As áreas estudadas correspondem principalmente aos sills mesozóicos de diabásios e algumas poucas intrusões de formas não perfeitamente definidas, no âmbito das bacias do Paraná (estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo) e da bacia do Parnaíba (estados do Piauí e Maranhão). Os condicionamentos gerais estão presentes comparativamente com o modelo Norilsk, ou seja, o ambiente geotectônico, a natureza magmática geral toleítica e a idade do magmatismo. Fontes de enxofre do ambiente sedimentogênico na bacia do Parnaíba estão representadas pelas camadas de gipsita das formações Pedra de Fogo e Motuca, e pela pirita dos folhelhos devonianos e do carvão do Carbonífero. No caso da bacia do Paraná, a gipsita é muito rara e só é conhecida na formação Irati do Permiano. O carvão piritoso, no entanto, é bastante freqüente. As duas bacias sedimentares brasileiras e a da região da Sibéria, que inclui o Norilsk, são bastante semelhantes, bem como a magmatogênese, sempre associada a rifteamento continental, incluindo diabásios, gabros, rochas alcalinas e, às vezes carbonatitos.

Alguns condicionamentos específicos, julgados imprescindíveis, no entanto, não foram constatados, sendo os mais importantes os seguintes:

a) Intensa sulfetação das rochas básicas. São comuns apenas disseminações piritosas, com rara calcopirita, com total de sulfetos dificilmente superior a 1 ou 2%.

b) Hiperconcentrações de níquel e cobre. Constatam-se apenas algumas pontuações de calcopirita e malaquita, sem significado quantitativo.

c) Acamadamento magmatogênico.

d) Presença de olivina, dando lugar a rochas picríticas. Na grande maioria dos *sills*, a olivina está ausente. Exceções aparecem na região metropolitana de Porto Alegre e em José Fernandes, no Paraná, cujos aspectos serão abordados mais adiante.

e) Assimilação e recristalização das rochas encaixantes. Observa-se apenas fraco efeito termal com algum cozimento (*baking*).

f) Presença de minerais platiníferos em concentrados de bateia.

Das intrusões estudadas, no tipo FB, merecem comentários adicionais duas áreas, em função de nelas terem sido constatadas rochas picríticas.

- Região metropolitana de Porto Alegre – Rochas picríticas estão presentes em intrusão de forma irregular, com cerca de 6km<sup>2</sup>, na localidade de Santa Tecla, também denominada Lomba Grande, no município de Gravataí, e em *sills* que ocorrem em profundidade, com amostras estudadas a partir de testemunhos de sondagem relativos à pesquisa de carvão. Os teores em olivina, em diabásios e gabros alcançam 17 a 36%, podendo raramente atingir 50%. Os outros condicionamentos, referentes aos subitens a, b, c, e e f, não foram constatados. Apenas como curiosidade, deve-se mencionar que em Santa Tecla, através de calcografia, identificaram-se minúsculas e raríssimas pontuações de calcopirita, cobre nativo e maucherita (arsenieto de níquel), sem significado quantitativo.

- Gabro de José Fernandes – Ocorre no município de Adrianópolis, no estado do Paraná, com superfície estimada em 5km<sup>2</sup> e forma indefinida. A olivina apresenta-se em proporções de 15 a 20% na rocha. As encai-

xantes são diversas seqüências pré-cambrianas. É a única ocorrência mesozóica estudada, situada fora da bacia do Paraná. Em seção polida, constatou-se a presença de alguns sulfetos mas em proporções bastante diminutas: pirrotita, calcopirita, pentlandita, cubanita, esfalerita e macknawita. Em alguns concentrados de bateia, detectaram-se algumas pintas de ouro. Os condicionamentos dos subitens a, b, e, f não foram constatados.

#### TIPO GB – FÁCIES ULTRAMÁFICAS DOS GREENSTONE BELTS

As áreas estudadas situam-se nos estados de Minas Gerais e Bahia. Importantes áreas selecionadas nos estados do Pará, Amapá, Goiás e Mato Grosso ainda não foram priorizadas para estudo. As mineralizações até agora constatadas são de significado limitado, valendo apenas uma abordagem sucinta sobre aquelas de maior interesse.

- Fortaleza de Minas (estado de Minas Gerais) – Trata-se de uma jazida principalmente de Ni/Cu. Informações da concessionária dão conta de teores, no minério sulfetado, assim distribuídos: Ni = 2,60%; Cu = 0,4%; Co = 0,06%; Pt = 0,32ppm; Pd = 0,47ppm; Rh = 0,06ppm; Ir = 0,10ppm; Os = 0,09ppm; Ru = 0,20ppm; Au = 0,09ppm e PGE + Au = 1,33ppm. No minério oxidado, os teores são os seguintes: Ni = 0,74%; Cu = 0,48%; Co = 0,03%; PGE + Au = 1,76ppm. As reservas são da ordem de 5,3 x 10<sup>6</sup>t de minério sulfetado e 455 x 10<sup>3</sup>t de minério oxidado. É muito interessante registrar-se a ocorrência de freqüentes gossans, que representam importantíssimas formações para a prospecção. Outro fato relevante é que a espessura média do nível mineralizado mede apenas 3m. Segundo Marchetto (1990), as principais litologias associadas ao minério sulfetado são serpentinitos, piroxenitos e actinolita-xistos, pertencentes a uma seqüência de caráter komatiítico. Os minerais do grupo da platina mais comuns são kotulskita-melonita (telureto de Bi, Ni e Pd), sperrylita (PtAs<sub>2</sub>) e irarsita (IrAsS).

- Serro e Morro do Pilar (estado de Minas Gerais) – Ocorrências de minerais platiníferos em aluviões são conhecidas nesses dois municípios, desde antigas datas, como no ribeirão Limeira, em Pilar, e no córrego Bom Sucesso, no Serro. Os trabalhos da CPRM confirmaram essas ocorrências. De 89 amostras de concentrado de ba-

teia coletadas e analisadas, 13 acusaram a presença de platina com teores variando entre 60 e 2.550ppb e 24 acusaram a presença de paládio com teores variando entre 10 e 1.000ppb, sempre em associação com ouro. Análises por microscopia eletrônica de varredura em grãos dos concentrados de bateia do córrego Bom Sucesso indicaram teores de 92,2% de Pt, 5,9% de Pd e 2% de Ti (laboratório do CEMPES/PETROBRAS); outros grãos do mesmo córrego, analisados pela COPPETEC (Universidade Federal do Rio de Janeiro), acusaram teores de Pt e Pd sempre acima de 96%, com Pt variando entre 40 e 83% e Pd entre 13 e 56%. No ambiente primário, não foi detectada a presença de PGE. Nas bacias hidrográficas de captação onde foram constatados minerais platiníferos, afloram rochas do supergrupo Espinhaço, do Pré-Cambriano, incluindo quartzitos finos a conglomerados, sericita-xistos e filitos hematíticos. A origem da platina ainda não foi comprovada, podendo provir de pequenos restos de *greenstone belts* alterados ou veios de quartzo, tendo após migrado para os quartzitos conglomerados e, finalmente, para as aluviões atuais.

- Guajeru (estado da Bahia) – A área localiza-se nos municípios de Guajeru, Malhada das Pedras e Jânio Quadros. Alguns concentrados de bateia acusaram teores de Pt + Pd entre 40 e 720ppb, em freqüente associação com ouro (10 a 1.380ppb).

#### TIPO AI – INTRUSÕES MÁFICO-ULTRAMÁFICAS

##### ANOROGÊNICAS – ANOROGENIC INTRUSIONS

Na grande maioria das áreas desse tipo, os trabalhos ainda não foram iniciados ou estão em fase inicial, havendo áreas interessantes principalmente nos estados de Rondônia, Pará e Roraima.

- Pedra Preta e Cotingo (estado de Roraima) – Diversos municípios, principalmente Boa Vista e Normândia. São extensos *sills* ainda pouco conhecidos, talvez em parte se tratando de diques. São intrusões anorogênicas proterozóicas, predominantemente de diabásios. Têm comprimentos superiores a 100km, somente em território brasileiro, mas têm continuidade na Venezuela e na Guiana. A largura desses corpos em superfície atinge até 2km.

#### TIPO MU – COMPLEXOS MÁFICO-ULTRAMÁFICOS INDISCRIMINADOS

- Rio Branco/Alta Floresta – Essa área está localizada nos municípios de Alta Floresta d'Oeste e São Miguel do Guaporé, no estado de Rondônia. As principais litologias do complexo são gabros, troctolitos, metagabros e anfibolitos. São observados efeitos de metamorfismo e evidentes zonas de cisalhamento. Em metagabros, foi detectada a seguinte paragênese: pentlandita, calcopirita, pirita, pirrotita, arsenopirita, bravoíta, violarita, esfalerita e prováveis minerais do grupo da platina. Em amostras de concentrados de bateia, alguns grãos de minerais platiníferos foram confirmados com o auxílio de microscopia eletrônica de varredura, com Pt variando entre 64 e 95%, Pd com 1,8% e Rh com 4,7%. Nesse mesmo meio de amostragem, 8 amostras de concentrados acusaram teores de 30-660ppb de Pt e 10 a 220ppb de Pd. Nos sedimentos finos de corrente, são evidentes anomalias de Cu e Ni.
- São Felipe/Santa Luzia – Área situada nos municípios de Santa Luzia d'Oeste e Pimenta Bueno, no estado de Rondônia. Representa um complexo de gabros, noritos, olivina-gabros, hornblenditos e freqüentes metagabros. Os minerais metálicos identificados em metagabros são calcopirita, pentlandita, violarita, bravoíta, pirita, pirrotita e prováveis minerais do grupo da platina. Apesar de os sedimentos finos de corrente conterem anomalias geoquímicas de Cu e Ni, até o momento os platinóides não foram constatados em concentrados de bateia.
- Nova Brasilândia – Localizada no município de Nova Brasilândia d'Oeste, representa um complexo contendo diversas metabásicas de textura fina e grosseira, metagabros e hornblenditos. As rochas estão parcialmente metamorfizadas e zonas de cisalhamento são evidentes, bem como zonas de alteração hidrotermal. Os minerais metálicos identificados nos metagabros são: pirita, pirrotita, calcopirita, pentlandita, bravoíta, violarita e arsenopirita. As amostras de concentrados de bateia tiveram 44 delas com detecção de Pt com teores entre 60 e 21.890ppb e Pd variando entre 10 e 7.890ppb. Alguns poucos grãos dos concentrados de bateia foram confir-

mados por microscopia eletrônica de varredura com 59,7% de Pt, 1% de Rh e apenas um com Ir detectado qualitativamente. Os sedimentos de corrente finos apresentam teores máximos de Ni, Cu e Co com 270, 120 e 175ppm, respectivamente. Em quatro sondagens exploratórias, realizadas até profundidades variando entre 94 a 181m, locadas em função de anomalias geoquímicas e anomalias de IP, constatou-se forte mineralização sulfetada (até 25% de sulfetos), composta, quase que exclusivamente, de pirita e pirrotita, com caráter hidrotermal epigenético, portanto, com interesse muito reduzido ou nulo para platinóides. Outras zonas com sulfetos ortomagmáticos permanecem potenciais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prospecção de metais do grupo da platina e a consequente descoberta de depósitos com valor econômico é tarefa das mais complexas e difíceis. Isso fica bem evidente quando se analisa a produção mundial, extremamente concentrada em um número muito reduzido de minas. O caso dos Estados Unidos é bastante ilustrativo, pois possuem apenas uma grande mina, o Stillwater, apesar de haver pequenas produções relativas a subprodutos, principalmente de minas de cobre. Isso ocorre apesar de o excelente conhecimento geológico do país e da aplicação das metodologias mais avançadas. A descoberta e início da produção do Stillwater levou bastante tempo e é relativamente recente. Segundo Conn (1979), os estudos bibliográficos e a seleção da área por analogias com o Bushveld tiveram início em 1962, desenvolvendo-se após intensas atividades de prospecção e pesquisa. Somente em 1987, iniciou-se a extração do minério. Foram, portanto, 25 anos para atingir-se o êxito. No Stillwater, como em casos geologicamente semelhantes, têm-se espessuras totais das camadas muito grandes, com espessuras muito reduzidas dos níveis mineralizados. No caso, a espessura total é de 7.400m e a zona mineralizada tem apenas 1 a 3m de espessura (Buchanan, 1988).

Além da raridade de jazidas no mundo, outro fato que dificulta a prospecção são os baixos teores de *background* com que os platinóides ocorrem na natureza, na faixa de unidades de ppb. Teores tão baixos exigem métodos laboratoriais bastante sensíveis e com limites inferiores de

detecções compatíveis com os teores de *background*. Para platina e paládio, os limites inferiores de detecção recomendáveis são de 0,1 e 0,4ppb, respectivamente. Buchanan (op. cit.) afirma que o maior problema encontrado na exploração de PGE é a determinação analítica de elementos que ocorrem em concentrações muito próximas dos limites de detecção dos instrumentos usuais. Morrissey (1988) considera os procedimentos analíticos absolutamente cruciais para o sucesso na exploração.

As análises de Pt e Pd do nosso programa vêm sendo realizadas em sua maior parte no laboratório da CPRM e o restante é conduzido em outros laboratórios no Brasil. A metodologia da CPRM consta de ensaio de fusão com coletor de PbO, seguido de espectrometria de absorção atômica com chama. A alíquota é de 50g e os limites de detecção são de 40 e 1 ppb para Pd e Pt, respectivamente. Nos laboratórios externos, a metodologia é a mesma, com limites de detecção mais baixos para Pt, na faixa de 20-30ppb. Nos próximos meses, a CPRM deverá utilizar um novo equipamento, já adquirido, incluindo fonte de plasma de argônio indutivamente acoplada (ICAP), o que deverá permitir limites de detecção da ordem de unidades de ppb.

Os investimentos no programa para o período 1991-1995 foram estipulados em US\$12.064.000, relativamente modestos em comparação com a relevância de seus objetivos. Apesar disso, até junho de 1995 foram aplicados apenas US\$5.236.000, em função de dificuldades orçamentárias.

Os trabalhos sistemáticos de campo do programa, iniciados em 1992, ocuparam até junho de 1995 cerca de 1.483 geólogos/dia, com uma média anual, por projeto, de 46 geólogos/dia, ou seja, cerca de 1,5 mês por ano, que é, evidentemente, um número baixo. Isso tem sido devido a diversos fatores operacionais e, principalmente, a dificuldades e falta de regularidade na liberação de recursos financeiros.

Em que pese as dificuldades apontadas, o Programa Nacional de Prospecção de Metais do Grupo da Platina vem conseguindo um volume de trabalho bastante satisfatório, com resultados muito significativos. Foram selecionadas 202 áreas. Desse total, 47 já tiveram seus levantamentos prospectivos concluídos em função da maior prioridade outorgada a 40 áreas, cujos trabalhos estão em andamen-

to com boas perspectivas, restando 115 áreas cujos trabalhos ainda não foram iniciados. Essas áreas têm uma superfície total de aproximadamente 93.000km<sup>2</sup>, sendo 5.000km<sup>2</sup> referentes ao tipo LI, 7.500km<sup>2</sup> ao tipo AI e 17.000km<sup>2</sup> ao tipo MU; esses três tipos, considerados atualmente os mais promissores, totalizam 29.500km<sup>2</sup>. Os restantes 63.500km<sup>2</sup> pertencem aos tipos FB e GB.

Até junho de 1995, foram coletadas 27.427 amostras, com 15.726 delas analisadas em laboratório. A grande maioria foi analisada quimicamente e seus resultados analíticos, juntamente com os dados de campo, foram incluídos em sistema informatizado, permitindo vários tipos de interpretações geoquímicas.

No mesmo período, foram elaborados 31 relatórios técnicos, contendo as descrições dos trabalhos realizados e os resultados obtidos, incluindo 163 mapas temáticos (geológicos, de amostragens, geoquímicos etc.).

O programa tem permitido a caracterização geológica de dezenas de áreas, evidenciando ambientes bastante propícios para abrigar mineralizações. Em adição, diversas constelações de anomalias geoquímicas de Pd e Pt, em concentrados de bateia, foram detectadas, muitas vezes em combinação com constelações de anomalias geoquímicas, em sedimentos de corrente e solos, no tocante a Cu, Ni e Co, reconhecidamente importantes devido à associação desses elementos com os platinóides. Em diversas áreas de Rondônia, foi identificada uma associação mineral, em rochas, incluindo calcopirita, pentlandita e mais raramente violarita, covelita, cobaltita e mackinawita. Juntamente com essa associação, ocorrem minerais cujos estudos calcográficos denotam coloração branca, com alta reflectividade, devendo tratar-se de minerais do grupo da platina. As detecções de minerais platiníferos, na forma de ligas naturais, confirmados por microscopia eletrônica de varredura, em áreas de Rondônia e do Pará, representam constatações absolutamente inéditas e reforçaram ainda mais as perspectivas geológico-econômicas animadoras de tais áreas.

Ao tempo em que se constata a formação de uma cultura geológico-prospectiva sobre os metais do grupo da platina no Brasil, com aprimoramento de uma série de métodos específicos, fica claro ser necessária a continuidade do programa com investimentos mais substanciais.

## BIBLIOGRAFIA

- BUCHANAN, D.L. 1988. *Platinum-group element exploration*. Amsterdam: Elsevier, 185 p.
- CONN, H.K. 1979. *The Johns-Manville platinum-paladium prospect Stillwater complex, Montana, USA*. Canadian Mineralogist, Toronto, v. 17, pp. 463-468.
- FARINA, M. 1988. *Metais do grupo da platina – ambiências geológicas e ensaio sobre a geologia com aplicações para descobrimento de depósitos*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém. Anais ... Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988, 6v. v. 1, pp. 130-143.
- JOHNSON MATTHEY. 1995. *Platinum 1995*. London. 52 p.
- LOEBENSTEIN, J.R. 1995. *Platinum-group metals*. Mineral Commodity Summaries, Washington, pp. 126-127, jan.
- MARCHETTO, C.M.L. 1990. *Platinum-group minerals in the O'Toole (Ni-Cu-Co) deposit, Brazil*. Economic Geology, Lancaster, v. 85, nº 5, pp. 921-927.
- MIRANDA, Valdimir de Castro. 1994. *Metais do grupo da platina*. DNPM. Sumário Mineral, Brasília, v. 14, pp. 84-85.
- MORRISSEY, C.J. 1988. *Exploration for platinum: a contemporary viewpoint*. In: PRICHARD H. M. et alii. *Geo-platinum 87*. London. Elsevier Applied Science. 422 p. pp.1-12.
- U. S. BUREAU OF MINES. 1955. *Platinum-group metals*. Mineral Commodity Summaries, Washington, pp. 126-127.

Nota: Foram consultados e utilizados diversos relatórios inéditos da CPRM, dos projetos Platina, principalmente os relatórios técnicos anuais de 1992, 1993 e 1994, de autoria dos geólogos da equipe de trabalho. Toda essa documentação está disponível para consulta na CPRM.

---

**Mário Farina**  
é geólogo chefe do Departamento de Recursos Minerais da CPRM no Rio de Janeiro e coordenador do Projeto Platina

---