


RLT  
397

PROJETO NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE METAIS  
DO GRUPO DA PLATINA

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM 1990  
E PERSPECTIVAS PARA 1991

I 99  
  
I/2004

\*DRM/DEPES  
Dezembro/1990

## S U M Á R I O

- I - ANTECEDENTES
- II - OBJETIVOS
- III - JUSTIFICATIVAS
- IV - UNIDADES REGIONAIS OPERANTES
- V - CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS DAS REGIÕES A SEREM PROSPECTADAS
- VI - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM 1990
- VII - ATIVIDADES PARA 1991
  - 1. - TREINAMENTO
  - 2. - COMPLEMENTAÇÃO DA ESCOLHA DE ÁREAS
  - 3. - TRABALHOS DE CAMPO
  - 4. - ANÁLISES LABORATORIAIS
  - 5. - RELATÓRIOS MENSAIS

## A N E X O S

- I - QUADRO COMPARATIVO DE NORILSK COM A BACIA DO PARANÁ E DO MEIO NORTE
- II - SILLS DA BACIA DO PARANÁ
- III - ÁREAS SELECIONADAS NA BACIA DO PARANÁ - RS E SC
- IV - ÁREAS SELECIONADAS NA BACIA DO PARANÁ - SP E PR
- V - CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS SELECIONADAS EM RONDÔNIA
- VI - ÁREAS SELECIONADAS NO PRÉCAMBRIANO DE MINAS GERAIS
- VII - CÓPIAS DE CORRESPONDÊNCIAS TROCADAS COM ESPECIALISTAS ESTRANGEIROS
- VIII - PREVISÃO DE ANÁLISES
- IX - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO
- X - QUADROS DA GITOLOGIA QUANTITATIVA DOS METAIS DO GRUPO DA PLATINA
- XI - PLATINUM - INTERIM REVIEW  
JOHNSON MATTHEY, NOVEMBRO/1990
- XII - PLATINA - PROTEGENDO O MEIO AMBIENTE  
TRADUÇÃO DE ARTIGO DE JOHNSON MATTHEY - MAIO/1990

PROJETO NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE  
METAIS DO GRUPO DA PLATINA

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM 1990  
E PERSPECTIVAS PARA 1991

Mário Farina  
DRM/DEPES

I - ANTECEDENTES

O despertar da CPRM para a grande relevância dos metais do grupo da platina ocorreu em 1984 com a realização do projeto "Perspectivas de Mineralizações de Metais do Grupo da Platina no Nordeste Oriental", em cujo relatório final foi recomendado que se encetasse um programa prospectivo de âmbito nacional. Anteriormente a isto, levou-se a efeito algumas investigações no Estado do Rio de Janeiro, carentes de sustentação técnica e que não alcançaram qualquer resultado significativo.

Em 1988, com a conclusão e publicação do trabalho "Metais do Grupo da Platina - Ambiências geológicas e ensaio sobre a geologia quantitativa com aplicações para descobrimento de depósitos", consolidava-se uma soma de conhecimentos importantes e eram fixadas algumas linhas básicas, sob o prisma da moderna geologia econômica, para a implantação do projeto.

Com a posse da nova Diretoria Executiva, tendo em sua Presidência o geólogo Carlos Oiti Berbert e à frente da Diretoria de Recursos Minerais o geólogo Antonio Juarez Milmann Martins, o tema da platina foi vigorosamente estimulado graças à prioridade programática que lhe foi conferida. O Sr. Presidente, em documento denominado "Diretrizes gerais para a operacionalização da CPRM no Governo Collor de Mello", destacou os platinóides entre os minérios que serão críticos para o País após a primeira década do terceiro milênio.

Em junho de 1990 foi elaborado o "Plano Plurianual 1991/1995 - Avaliação de Depósitos Minerais", constando como prioritário o Projeto Nacional de Prospecção de Metais do Grupo da Platina, estimando-se os

investimentos em cerca de US\$ 12 milhões, através de recursos provenientes do programa PADSM - Pesquisa e Avaliação de Depósitos de Substâncias Minerais.

O início da execução do projeto foi formalizado em julho/1990 com a emissão do Boletim de Operações com Centros de Custo (Centro de Custo 2381).

## II - OBJETIVOS

O projeto desenvolve suas atividades em áreas geologicamente prioritárias, independentemente de quem sejam os detentores dos respectivos direitos minerais, como também em áreas ainda livres. Atuará essencialmente através da realização de estudos de geologia econômica e de levantamentos prospectivos, delineando-se, assim, os seguintes objetivos principais:

- a) Descortinar a potencialidade nacional em Metais do Grupo da Platina (MGP), representada por ambiências geológicas favoráveis, ocorrências e depósitos minerais de platina, paládio, ródio, rutênio, ósmio e irídio.
- b) Estimular o descobrimento de jazidas e fomentar o aproveitamento econômico de MGP, suplementando as ações da iniciativa privada.
- c) Contribuir para obtenção de matérias-primas minerais, a partir de fontes da própria nação, indispensáveis para o controle do meio ambiente, especialmente platina, paládio e ródio.

## III - JUSTIFICATIVAS

a) Técnico-científicas - O atual conhecimento do subsolo nacional permite que se vislumbre, de maneira absolutamente segura, ambiências geológicas bastante favoráveis para metais do grupo da platina, em condições equiparáveis às nações responsáveis pelas maiores produções mundiais, como a África do Sul e União Soviética. Estas conclusões têm sido obtidas à luz das interpretações metalogenéticas e dos conceitos modernos da geologia quantitativa. Abundam em território nacional os complexos máfico-ultramáficos anorogênicos, detentores, ine

quivocamente, das melhores vocações metalogenéticas para MGP, como também as fácies ultramáficas de sequências do tipo "greenstone belt", consideradas unanimemente como de alta prospectividade. Por outro lado, os levantamentos prospectivos no Brasil são bastante escassos ou inexistentes, fazendo aflorar de maneira imperiosa a necessidade urgente de intensas campanhas prospectivas.

b) Econômicas - É enorme a importância econômica dos metais do grupo da platina, mercê dos seguintes fatos relevantes principais:

b.1 - A produção e a demanda mundial têm se mantido crescentes, com perspectivas de incremento para o futuro, em virtude de um ávido mercado voltado para o fabrico de agentes catalíticos de automóveis (dispositivos anti-poluição), produtos életro-eletrônicos de alta tecnologia, joalheria, investimentos, medicina, refino de petróleo, etc. O número de automóveis dotados de catalisadores de MGP tem crescido de maneira bastante substancial, prevendo-se para 1990, nos países capitalistas, que alcance a casa dos 316 milhões, representando 65% do total dos automóveis em circulação, que deverá ser de 488 milhões.

b.2 - Preços bastante elevados, especialmente da platina e do ródio. Nos últimos meses a platina tem se mantido em torno dos US\$ 430-480 e o ródio em US\$ 4.000-5.000 por onça troy (31,1 gramas) - bem acima do ouro, que tem oscilado em torno de US\$ 380.

b.3 - Os metais do grupo da platina vêm merecendo atenção máxima de campanhas prospectivas e projetos de expansão da produção, com pesados investimentos, principalmente na África do Sul, Canadá, Estados Unidos e Austrália.

b.4 - A reconhecida alta importância econômica é reforçada pelo caráter estratégico destes metais, em função não somente de suas aplicações, mas também porque cerca de 90% de toda a produção mundial provém de apenas dois países (África do Sul e URSS), em raríssimas províncias mineiras de grande porte.

b.5 - O Brasil não produz metais do grupo da platina, segundo as edições mais recentes do Anuário Mineral Brasileiro, editado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral.

c) Legais - A prospecção dos metais do grupo da platina encontra perfeito amparo legal no Decreto-lei nº 764, relativo à criação da CPRM, consoante seus objetivos sociais. Importante registrar também a

adequada sintonia dos objetivos colimados pelo projeto com as diretrizes do Governo Collor de Mello, suplementando a iniciativa privada. No tocante ao meio ambiente, as atividades previstas não deverão trazer qualquer impacto negativo, mas sim favorecer a obtenção de matérias-primas do mais elevado significado para o controle da poluição do ar causada pelos automóveis, mormente nas metrópoles.

#### IV - UNIDADES REGIONAIS OPERANTES

Tendo o projeto abrangência nacional, diversas unidades regionais da CPRM vêm atuando e outras passarão a operar a partir de 1991.

A situação atual é a seguinte:

##### a) Unidades Regionais em Operação

UNIDADE REGIONAL	SUBPROJETO	C.C.	GEÓLOGOS
SUREG-PA	1) BACIA DO PARANÁ - RS/SC	2381.010	ADALBERTO DE ABREU DIAS
SUREG-PA	2) RONDÔNIA	2381.030	SERGIO JOSÉ ROMANINI
SUREG-SP	3) BACIA DO PARANÁ - SP/PR	2381.060	LUIZ A. CHIEREGATI
SUREG-BH	4) PRÉCAMBRIANO DE MG	2381.040	JOÃO BOSCO V. DRUMOND
SUREG-GO	5) PRÉCAMBRIANO DE GO/TO	2381.050	IVAN W. BRANDÃO OLIVEIRA
RESTE	6) BACIA DO MEIO NORTE	2381.020	JOÃO C. DE OLIVEIRA

##### b) Unidades Regionais que deverão iniciar as operações em 1991

UNIDADE REGIONAL	SUBPROJETO	C.C.	GEÓLOGOS
SUREG-SA	7) PRÉCAMBRIANO DA BA	A IMPLANTAR	PLÍNIO M.O. VEIGA
SUREG-BE	8) PRÉCAMBRIANO DO PA	A IMPLANTAR	A SER INDICADO

Dependendo da evolução dos trabalhos e disponibilidade de pessoal poder-se-ã acionar outras unidades regionais como a SUREG-RE e SUREG-MA.

#### V - CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS DAS REGIÕES A SEREM PROSPECTADAS

Três grandes ambientes geológicos são prioritários e neles dever-se-ã concentrar praticamente todos os esforços iniciais de trabalho.

a) Fácies ultramáficas dos greenstone belts, correspondendo ao Tipo I de Farina (1988).

Este ambiente, a nível internacional, vem crescendo em sua importância econômica, respondendo atualmente por cerca de 11% da produção mundial de metais do grupo da platina - MGP. Os exemplos mais significativos são Thompson, Manitoba (Canadá), Kambalda (Austrália), Pechenga (URSS) e Fortaleza de Minas (Brasil).

A presença de sequências do tipo greestone belt com fácies ultramáficas e presença de komatiitos é bastante conhecida no Brasil, especialmente em Goiás, Bahia, Pará e Minas Gerais. A potencialidade econômica deste ambiente e a consequente prospectividade elevada é inequívoca. A prova incontestada significativa importância deste tipo no Brasil é a jazida de Fortaleza de Minas, onde brevemente deverá ser iniciada a lavra com aproveitamento dos metais do grupo da platina como subproduto do níquel.

##### Alguns dados sobre Fortaleza de Minas:

Reserva de minério sulfetado .....	5.300.000 t
Reserva de minério oxidado .....	455.000 t
Reserva total .....	5.755.000 t

##### Teores no minério sulfetado:

Ni .....	2,60%	Ir .....	0,10 ppm
Cu .....	0,4%	Os .....	0,09 ppm
Co .....	0,06%	Ru .....	0,20 ppm
Pt .....	0,32 ppm	PGE .....	1,24 ppm
Pd .....	0,47 ppm	Au .....	0,09 ppm
Rh .....	0,06 ppm	PGE + Au .....	1,33 ppm



Teores em minério oxidado:

Ni ..... 0,74%  
 Cu ..... 0,48%  
 Co ..... 0,03%  
 PGE + Au ..... 1,76%

Espessura média do nível de minério: 3 metros

Extensão do nível do minério: 1.700 metros

Hospedeira do minério: serpentinito

Metamorfismo: anfibolito baixo a médio

Tipologia: greenstone belt/Kambalda

- b) Complexos intrusivos máfico-ultramáficos acamadados intraplacas (anorogênicos), sem relação com basaltos de platô, correspondendo ao Tipo IX de Farina (1988). Representam o maior destaque econômico com jazidas como o Bushveld, Stillwater e Sudbury.

Complexos máfico-ultramáficos deste tipo são relativamente frequentes no Brasil. Muitos deles, no entanto, necessitam de uma caracterização geológica mais segura. É o caso de Niquelândia (GO) e Canindê do São Francisco (SE). Corpos predominantemente de gabros com prováveis diferenciações ultramáficas do Complexo Rondoniense parecem enquadrar-se muito bem neste tipo, com excelente potencialidade para platina.

- c) Intrusões (sills) predominantemente de diabásios, geralmente acamadadas, relacionadas com rifteamento continental e basaltos de platô, correspondendo ao Tipo VII de Farinha (1988).

Os sills da bacia do Paranã e do Meio Norte guardam muitas analogias com o modelo Norilsk que representa a única província mineira conhecida deste tipo (vide quadro comparativo - Anexo I).

Os tipos prioritários para as investigações nas diversas regiões, são os seguintes:

<u>REGIÃO</u>	<u>TIPOS PRIORITÁRIOS</u>
- Bacia do Paranã e do Meio Norte .....	VII
- Pré-cambriano de Minas Gerais .....	I
- Pré-cambriano de GO, BA e PA .....	I e IX
- Rondônia .....	IX e VII

## VI - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM 1990

Os trabalhos tiveram início no segundo semestre, tendo sido deli-  
neadas as diretrizes metodológicas gerais e compostos os grupos de tra-  
balho da maioria das unidades regionais da CPRM. A partir daí os traba-  
lhos concentraram-se em :

- Seleção de artigos bibliográficos;
- Estudos bibliográficos;
- Análise de informações disponíveis sobre as áreas potenciais;
- Fotointerpretação;
- Caracterização e escolha das áreas potenciais;
- Estruturação de eventos de treinamento para 1991.

A coordenação geral do projeto esteve a cargo do DEPES, no ERJ, a quem coube estabelecer as diretrizes metodológicas e dirigir a evolu-  
ção das atividades.

### ● Bacia do Meio Norte - RESTE

Foram selecionados diversos sills, especialmente os mais possan-  
tes e que atravessam a Formação Pedra de Fogo, tendo em vista seu con-  
teúdo evaporítico. Mereceram atenção especial também algumas áreas de  
magmatitos básicos com ocorrência de cobre.

Foram fotointerpretados 5.200 km<sup>2</sup>, utilizando-se fotos aéreas  
1:60.000.

Importantes também foram os trabalhos de avaliação de anomalias  
geoquímicas, especialmente Ni, Cu e Cr, oriundas de levantamentos ante-  
riores.

As áreas preliminarmente selecionadas para os trabalhos de cam-  
po são as seguintes:

- . No Piauí - Oeiras e Landri Sales;
- . No Piauí/Maranhão - São Francisco do Maranhão e Luzilândia;
- . No Maranhão - São João dos Patos, Barra do Corda e Grajaú.
- . Em Goiás - Araguaína.

O Anexo II, representa apenas um estágio dos trabalhos executa-  
dos, com seleção de sills através de mapas da Petrobrás. O quadro geral  
e completo encontra-se em fase de elaboração.

● Bacia do Paraná

A constatação da ocorrência de anidrita no âmbito da Formação Irati melhorou a expectativa de detectar-se ocorrências platiníferas na Bacia. Camada de 2 m de espessura foi encontrada em furo da Pauli petro no município de Paranapanema/SP.

↳ SUREG/PA

Foi procedida uma completa varredura na bibliografia e nos mapas disponíveis, tendo sido escolhidas como áreas mais interessantes para os reconhecimentos de campo as seguintes:

- . Rio Grande do Sul - Iruí, Leão, Gravataí, Arroio das Traíras, Rio Camaquã.
- . Santa Catarina - Maracajá-Barro Branco, Rio Uruçanga, Poço Redondo-Rio do Campo.

As principais características destas áreas estão explicitadas no Anexo III.

A principal formação hospedeira dos diques básicos é a Irati, o que se afigura como importante em função de seu conteúdo em enxofre (pirita e anidrita).

Merece uma menção especial o corpo básico de Santa Tecla, que faz parte da área de Gravataí. Trata-se de uma intrusão predominantemente de gabro picrítico (abundante olivina) cortando o Botucatu, à qual é atribuída provável caráter de "lopolito zonado", com cerca de 25 km<sup>2</sup> de áreas exposta.

↳ SUREG/SP

Dezenas de sills básicos estão sendo apreciados, estando a grande maioria hospedada na Formação Irati, tanto em São Paulo como no Paraná. O Anexo IV mostra uma tabulação preliminar, realizada pela SUREG-SP, de alguns corpos básicos selecionados. O quadro definitivo das áreas mais interessantes está em fase de elaboração.

Alguns sills merecem destaque, principalmente por seu porte mais avantajado:

- ↳ São Paulo - Fartura, Limeira, Araras, Leme e Santa Cruz das Palmeiras.
- ↳ Paraná - Irati, Reserva, Sorocaba, Piraí do Sul e Joaquim Távora.

No caso de Reserva e Limeira há referência da presença de lentes de gabros pegmatíticos e sulfetos com mais de 3% (pirita e calcopirita).

● Rondônia - SUREG/PA

Neste caso os trabalhos são executados pela SUREG-PA, tendo em vista a experiência do geólogo Sérgio J. Romanini. A REPO participa também com parte do pessoal de campo e no apoio geral às atividades.

É o subprojeto que se encontra mais adiantado, inclusive já tendo efetuado sua primeira etapa de campo, precedida de fotointerpretação de 1.150 km<sup>2</sup>.

A prioridade para investigação são corpos de composição geral gábrica com prováveis diferenciações ultramáficas. Trata-se de intrusões anorogênicas pré-cambrianas pertencentes ao Complexo Rondoniense. Pelo conhecimento atual as áreas têm boas indicações para MGP:

- a) Ambiente geotectônico;
- b) Fácies petrográficas;
- c) Presença de sulfetos;
- d) Anomalias geoquímicas para Ni e Cu;
- e) Anomalias aeromagnetométricas.

Além desta ambiência geológica será testada também a relativa a rochas máficas mesozóicas no âmbito de bacia sedimentar com camadas evaporíticas. Trata-se do denominado "basalto" de Arari que certamente engloba corpos intrusivos.

Áreas de amplo desenvolvimento de lateritos, com fortíssimas anomalias aeromagnetométricas, também serão investigadas.

O Anexo V espelha a caracterização geral das áreas já selecionadas para prospecção.

● Pré-cambriano de Minas Gerais - SUREG/BH

Este é o subprojeto de cujas áreas se dispõe da maior soma de informações sobre ocorrências de MGP, apesar de quase sempre muito vagas.

Após o estudo bibliográfico, as áreas potenciais foram lançadas em mapas 1:250.000, efetuando-se uma avaliação de todos os dados disponíveis no tocante a geotectônica, tipos petrográficos, anomalias geoquímicas, etc.

Como resultado destes trabalhos foi preparado um relatório sucinto, versando sobre as áreas mais favoráveis para a prospecção. O Anexo VI representa uma síntese de tal relatório.

Em Minas Gerais, indubitavelmente, os esforços deverão concentrar-se em áreas com fácies ultramáficas do tipo "greestone belt". Áreas como a do Morro do Pilar-Serro deverão ser melhor investigadas, no intuito de verificar-se seu caráter geotectônico, pois, caso trate-se de ambiente ofiolítico, as chances de contêrem mineralizações de porte econômico são remotas.

- Pré-cambriano de Goiás e Tocantins - SUREG/GO

Este subprojeto está recém-iniciado e os trabalhos realizados foram principalmente de reunião de dados e estudos bibliográficos. As áreas mais interessantes estão em fase de seleção, destacando-se desde já alguns complexos máfico-ultramáficos como o de Niquelândia e algumas fácies de greenstone belts.

## VII - ATIVIDADES PARA 1991

1. - Treinamento - Será a grande ênfase no projeto, com realização de eventos com instrutores brasileiros, numa primeira fase e com especialistas estrangeiros em fase posterior.

- Curso de geologia e petrologia dos complexos máfico-ultramáficos

- Instrutor: Prof. Aripilínio A. Nelson
- Local: Brasília e interior de Goiás
- Conteúdo: aulas teóricas, prática de identificação macroscópica de rochas e trabalhos de campo.
- Período previsto: 04/03 a 23/03/91.

- Curso de mineralogia de metais do grupo da platina e seus associados

- Instrutora: Geóloga Celina M.L. Marchetto
- Local: a ser definido, provavelmente Fortaleza de Minas
- Conteúdo: Aulas teóricas e prática de identificação ma croscópica (amostras, afloramentos, testemunhos) - mine rais frescos e produtos de alteração.
- Período previsto: abril/91 - 05 dias.

. Curso de geologia econômica de metais do grupo da platina

- Instrutor provável: Geólogo Noevaldo A. Teixeira (RTZ)
- Local: a ser definido, provavelmente Fortaleza de Minas
- Conteúdo: aulas teóricas e prática de campo
- Período previsto: abril/91 - 10 dias

. Cursos de geologia econômica e prospecção de metais do grupo da platina

- A.J. Naldrett - Department of Geology - University of Toronto. Previsto para setembro/91. Parte teórica no Rio de Janeiro com campo nas principais áreas do projeto.
- D.L. Buchanan - Imperial College, London. Previsto para novembro/91. Parte teórica no Rio de Janeiro, com campo nas principais áreas do projeto.

No Anexo VII constam as cópias das correspondências sobre o tema.

2. - Complementação da escolha de áreas - As áreas indicadas para prospecção pelas unidades regionais da CPRM serão objeto de análise por parte do DEPES e também serão discutidas em grupo por ocasião dos eventos de treinamentos e reuniões especiais que deverão ser promovidas.

Os critérios para escolha das áreas constam na bibliografia distribuída pelo DEPES a todas as unidades regionais, valendo ressaltar que o critério dominante é a geologia quantitativa.

Para que se proceda uma análise sistemática das potencialidades e conseqüentes prospectividades, é necessário que se prepare ou se aprimore os quadros indicativos das características de cada área.

No caso do Tipo VII (tipo Norilsk) para a bacia do Paraná,

bacia do Meio Norte e Anari; para cada área o quadro deverá contem  
plar:

- (1) Denominação (nome das áreas de 01 a n, evitando-se esta  
belecer-se subáreas)
- (2) Denominação (nome da área em função de cidades, vilas  
ou acidentes geográficos locais)
- (3) Cidade mais próxima e unidade da Federação
- (4) Localização - Por coordenadas geográficas do ponto cen  
tral da área ou do polígono delimitante
- (5) Área aproximada em km<sup>2</sup>
- (6) Espessura estimada de intrusão em metros
- (7) Tipo de intrusão (sill, lopólito, dique)
- (8) Formações atravessadas pela intrusão - nomes e idades.
- (9) Formação encaixante - nome e idade
- (10) Relação com falhas - em caso positivo especificar o ti  
po, extensão, rejeito, etc., se possível)
- (11) Acesso local
- (12) Fotos aéreas disponíveis - indicar a escala
- (13) Mapas planimétricos ou topográficos disponíveis - indi  
car as escalas dos principais
- (14) Mapas geológicos disponíveis - indicar órgão elaborador  
e a escala
- (15) Geofísica - indicar a existência de levantamentos e ti  
po
- (16) Geoquímica - indicar existência de levantamentos e even  
tuais anomalias
- (17) Principais referências bibliográficas
- (18) Prioridade para prospecção - 01 a n
- (19) Observações complementares.

No caso dos ambientes geológicos do pré-cambriano (Tipos I, IX  
e outros ainda sem uma classificação convincente), os quadros indicati

vos das características das áreas devem ser preparados ou complementados e aprimorados (SUREG-BH, SUREG-SA, SUREG-BE, SUREG-GO e SUREG-PA (Rondônia), contemplando os seguintes itens da relação anterior.

(1), (2), (3), (4), (5), (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17), (18) e (19).

e acrescentando-se o seguinte:

- ( ) - Principais tipos petrográficos
- ( ) - Minerais indicativos
- ( ) - Ocorrências minerais - PGE, Ni, Cu e Cr
- ( ) - Acamamento magmático
- ( ) - Tipo geotectônico (anorogênico, greenstone belt, ofiolito, duvidoso, etc.)

3. - Trabalhos de campo - As metodologias gerais a serem utilizadas em 1991 serão:

- a) Reconhecimento geológico - No sentido de verificar-se a presença dos condicionamentos essenciais que justifiquem a implantação de uma prospecção sistemática.
- b) Mapeamento geológico seletivo - Isto implica em ater-se aos aspectos geológicos estruturais, petrográficos, etc. que possam estar relacionados com mineralizações.
- c) Prospecção geoquímica - Através de sedimentos de corrente, concentrados de batêia, rochas e gossans/lateritas.

Cada caso deverá ser analisado separadamente, propondo-se a sistemática prospectiva para apreciação e decisão do DEPES. Pretende-se promover reuniões entre os responsáveis pelos subprojetos para discussão dos problemas.

4. - Análises laboratoriais - Os materiais a serem analisados com os respectivos tipos de análises constam no Anexo VIII. Caso surjam necessidades tecnicamente justificadas para alteração de tal sistemática, as mesmas deverão ser submetidas ao DEPES, que promoverá os eventuais aprimoramentos, informando a todas as unidades regionais sobre as alterações.

5. - Relatórios mensais - É de suma importância que haja unifor



midade em tais documentos e que os mesmos mantenham correspondência com as programações vigentes. Para isto os dados físicos da produção deve rão estar em consonância com a listagem emitida pelo DEPES, cuja cópia é apresentada no Anexo IX.

ANEXO I

QUADRO COMPARATIVO DE NORILSK COM  
A BACIA DO PARANÁ E DO MEIO NORTE

QUADRO COMPARATIVO DE NORILSK COM  
A BACIA DO PARANÁ E DO MEIO NORTE

FARINA - 1990

CARACTERÍSTICAS	NORILSK/TALMAKH	BACIA DO PARANÁ	BACIA DO MEIO NORTE
1. AMBIENTE GEOTETÔNICO	BACIA COM RIFTEAMENTO INTRACONTINENTAL	BACIA COM RIFTEAMENTO INTRACONTINENTAL	BACIA COM RIFTEAMENTO INTRACONTINENTAL
2. AMBIENTES DA SEDIMENTAÇÃO	CONTINENTAL E MARINHO	CONTINENTAL E MARINHO	CONTINENTAL E MARINHO
3. IDADE DAS ROCHAS SEDIMENTARES	DEVONIANO E PERMIANO	DEVONIANO AO CRETÁCEO	DEVONIANO AO CRETÁCEO
4. IDADE DE MAGMATISMO	PERMIANO AO TRIÁSSICO	TRIÁSSICO AO CRETÁCEO - PRINCIPALMENTE JURÁSSICO	TRIÁSSICO AO CRETÁCEO - PRINCIPALMENTE JURÁSSICO
5. NATUREZA GERAL DO MAGMATISMO	TOLEÍTICA	TOLEÍTICA	TOLEÍTICA
6. FALHAS NORMAIS	GRANDES FALHAS PROFUNDAS DE ATÉ 500 KM DE EXTENSÃO	FALHAS NORMAIS COM DETALHES DESCONHECIDOS	FALHAS NORMAIS COM DETALHES DESCONHECIDOS
7. COMPOSIÇÃO DOS SILLS	BEM DIFERENCIADOS, DESDE OLIVÍNICOS ATÉ QUARTZO-DIORÍTICOS	POUCO CONHECIDA. VAGAMENTE DIFERENCIADOS DESDE TIPOS RICOS EM PIROXÊNIO A TIPOS RICOS EM PLAGIOCLÁSIO, HAVENDO PICRITOS	POUCO CONHECIDA
8. ESPESSURA DO SILLS	MINERALIZADOS: 30-350 m	MÁXIMA: 150-180 m	POUCO CONHECIDA
9. EFEITOS DOS SILLS NAS ENCAIXANTES	RECRISTALIZAÇÃO E METASSOMATIZAÇÃO (HORNFELS E SKARN)	POUCO ESTUDADOS - COZIMENTO	POUCO ESTUDADOS - COZIMENTO
10. MECANISMO DE EMPLAÇAMENTO DOS SILLS	ASSIMILAÇÃO DAS ROCHAS HOSPEDEIRAS	POUCO ESTUDADO - DILATAÇÃO PASSIVA DAS ROCHAS HOSPEDEIRAS	POUCO ESTUDADO - DILATAÇÃO PASSIVA DAS ROCHAS HOSPEDEIRAS
11. EVAPORITOS	GIPSITA, ANIDRITA E HALITA NO DEVONIANO	ANIDRITA NO PERMIANO (FORMAÇÃO IRATI)	GIPSITA E ANIDRITA NO CARBONÍFERO E PERMIANO (FORMAÇÕES PEDRA DO FOGO, MOTUCA E PIAUI)
12. ROCHAS SEDIMENTARES PIRITOSAS	NO CARBONÍFERO	NO DEVONIANO E CARBONÍFERO	NO DEVONIANO E CARBONÍFERO
13. CONTEÚDO EM SULFETOS	DISSEMINADOS A MACIÇOS	CONHECE-SE APENAS FRACAS DISSEMINAÇÕES	CONHECE-SE APENAS FRACAS DISSEMINAÇÕES
14. ISÓTOPOS DE ENXOFRE	INDICATIVOS DE ENXOFRE SEDIMENTOGÊNICO	DESCONHECIDOS	DESCONHECIDOS

ANEXO II

SILLS DA BACIA DO PARNAÍBA

# ANEXO II

FONTE: CARTA GEOLOGICA DA BACIA DO PARNAÍBA  
CONV. PETROBRÁS/IBRAM (1:250.000)

COMPILAÇÃO: CARLOS IVAN SANTANA  
DAM/IEPES - AGO/90

## SILLS DA BACIA DO PARNAÍBA

Nº	DENOMINAÇÃO	CIDADE(S) MAIS PRÓXIMA (UF)	LOCALIZAÇÃO COORD. DO PÓLO CENTRAL	DENOMINAÇÃO DA FOLHA	ÁREA APROXIMADA (KM <sup>2</sup> )	FORMAÇÃO ATRAVESSADA PELA INTRUSÃO	FORMAÇÃO ENCAIXANTE	RELAÇÃO COM FALHAS	ACESSO LOCAL	OBSERVAÇÕES
01	LANDRI SALES	LANDRI SALES - PI -	079 06' S 439 56' W	SB-23-Z-C URUÇUI	± 40 KM <sup>2</sup>	PEDRA DE FOGO PIAUI POTI LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS ITAIM JATÓS TINGÁ MIRADOR TOMBADOR	PASTOS BONS GRUPO SERRA GRANDE	NÃO OBSERVADA	EST. LANDRI SALES-MAR COS PARINTE EST. LANDRI SALES-AM TONIO ALMEIDA	1 CORPO DESCONTÍNUO A 15 KM W DO CORPO CENTRAL C/APROX. 9,5 KM <sup>2</sup> . 1 CORPO DESCONTÍNUO A ± 3 KM S DO CORPO CENTRAL C/APROX. 2,7 KM <sup>2</sup> . ESPESURA PRIORIDADE - 2
02	SUCUPIRA	SUCUPIRA PASTOS BONS MIRADOR COLINAS - MA -	069 17' S 449 05' W	SB-23-Z-A GUADALUPE	> 3237 KM <sup>2</sup>	PASTOS BONS SAMBALBA MOTUCA PEDRA DE FOGO PIAUI POTI LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR	CORDA	NÃO OBSERVADA	- AO SUL DA ÁREA PELA BR-230 QUE CORTA O SILL NA DIREÇÃO E-SW. - DESTA BR-230 ATÉ SUCUPIRA. - AO NORTE DA ÁREA PELA BR-135 (E-NW) QUE PASSA POR COLINAS	- CORPO ESFALTOIDENRÍCULOAMENTE TORNA DIFÍCIL CÁLCULO DA ÁREA. - QUADRANTE "NE" DA FOLHA - NÃO MARPADO (EM BRANCO). SILL DEVE OCORRER TAMBÉM NESTA ÁREA. POR TANTO, ÁREA INDEFINIDA PODERÁ SER PELO MENOS, 30% MAIOR. ESPESURA PRIORIDADE - 1
02-A	SUCUPIRA	SUCUPIRA PASTOS BONS MIRADOR COLINAS S. DOMINGOS DO MARANHÃO - MA -	069 00' S 449 00' W	SB-23-X-C PRES. DUTRA	> 200 KM <sup>2</sup>	PASTOS BONS SAMBALBA MOTUCA PEDRA DE FOGO PIAUI POTI LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR	CORDA	NÃO OBSERVADA	MESMO ACESSO INDICADO NA ÁREA ANTERIOR (PARTE NORTE DA MESMA).	- MESMO SILL DA FOLHA SB-23-Z-A CONSTITUINDO-SE NA EXTENSÃO NORTE DO SILL SUCUPIRA. - PARTE LESTE DA FOLHA NÃO MA PEADA. ESPESURA PRIORIDADE - 1
03	RIACHÃO	SÃO FRANCIS CO-MA AMARAUTE-PI	069 09' S 439 09' W	SB-23-Z-B FLORIANO	± 50 KM <sup>2</sup>	PIAUI POTI LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR	PEDRA DE FOGO	TRANSVERSAL À FALHA DA FAZ. RIACHÃO	A PARTIR DE S. FRANCIS CO, P/ESTRADAS SECUN DÁRIAS P/W, QUE COR TAM O SILL.	NÃO UM CORPO, ALCONGADO DE UM SILL PROLONGANDO-SE PARA SUL DA FA LHA DO RIACHÃO, C/± 3 KM DE COMP. E 2 1 KM DE LARGURA. SITUADO A 10 KM DO SILL PRINCIPAL (PARA SUL). ESPESURA PRIORIDADE - 5
04	AMARANTE	AMARANTE-PI SÃO FRANCIS CO-MA	069 15' S 479 50' W	SB-23-Z-B FLORIANO	± 85 KM <sup>2</sup>	PIAUI POTI LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE EMBASAMENTO	PEDRA DE FOGO	ASSOCIADA A UMA FALHA-NE E A OUTRA E. ESTA DENOMINADA MARCIANA.	POR ESTRADAS SECUNDÁ RIAS, QUE CORTAM O SILL, A PARTIR DE AMA RANTE E S. FRANCISCO. OUTRO CORPO DENRÍTICO A 5 KM LESTE DO CORPO ACIMA. ESPESURA PRIORIDADE - 4	
05	FLORIANO	FLORIANO-PI BARÃO DE GRAJAU-MA	069 50' S 429 58' W	SB-23-Z-B FLORIANO	SÃO TRÊS CORPOS PRINCIPAIS COM - 14 KM <sup>2</sup> 06 KM <sup>2</sup> 12 KM <sup>2</sup>	LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE EMBASAMENTO	POTI	OS TRÊS CORPOS SE ALINHAM P/NE, QUE É TAMBÉM A DIREÇÃO DE 3 FALHAS ALI PRESENTES.	A PARTIR DE FLORIANO P/BR-230 E OUTRAS SE CUNÁRIAS QUE TAMBÉM CORTAM OS SILLS.	NÃO UM PEQUENO CORPO A 20 KM AO NORTE DE FLORIANO, C/± 4 KM <sup>2</sup> . ESPESURA PRIORIDADE - 4
06	RIOS PARNAÍBA/ CURQUEIA	FLORIANO-PI BARÃO DE GRAJAU-MA	069 51' S 439 29' W 069 49' S 439 20' W 069 55' S 439 26' W	SB-23-Z-B FLORIANO	A - ± 7 KM <sup>2</sup> B - ± 4 KM <sup>2</sup> C - ± 3 KM <sup>2</sup>	LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE EMBASAMENTO	POTI	CORPO A, ASSOCIA DO C/FALHA DE DIREÇÃO N. CORPO C COM FALHA NA DIREÇÃO NW.	OS CORPOS A E B SÃO CORTADOS PELO RIO PARNAÍBA E O C PELO RIO CURQUEIA.	AINDA SOBRE ACESSO, A PARTIR DA BR- 230 POR ESTRADAS SECUNDÁRIAS QUE LI GAM AS FAZ. FLORESTAS, SALINAS E TAUÁ - CORPO A; FAZ. QUEIMAS: CORPO B E PELO RIO CUR QUEIA ATÉ A FAZ. CANABRAVA - CORPO C. ESPESURA PRIORIDADE - 5
07	ELESBÃO VELOSO	ELESBÃO VE LOSO-PI	069 08' S 429 12' W	SB-23-Z-B FLORIANO	± 100 KM <sup>2</sup>	CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE EMBASAMENTO	LONGÃ	FALHAS E/W E NW CONTAM O SILL	PELA BR- 316	ASPECTO DENRÍTICO, IRREGULAR, ALTA INFERIDA, HÁ VÁRIOS CORPOS TAMBÉM DENRÍTICOS PARA SUL E SE DO CORPO PRINCIPAL. ALGUNS NA FM. POTI. ESPESURA PRIORIDADE - 5
08	VARZEA GRANDE	VARZEA GRANDE- PI	069 36' S 429 15' W	SB-23-Z-B FLORIANO	± 300 KM <sup>2</sup>	LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR (?) EMBASAMENTO	PARTE NA PASTOS BONS PARTE NA POTI	NÃO OBSERVADA	A PARTIR DE VARZEA GRANDE P/SUL E OESTE, ESTRADAS SECUNDÁRIAS CORTAM O SILL.	A PARTE N ENCONTRA-SE NA FM. PASTOS BONS E A SUL NA FM. POTI. ESPESURA PRIORIDADE - 3
09	SALINAS	NAZARÉ-PI ALACOLMIAS-PI	079 00' S 429 31' W	SB-23-Z-B FLORIANO	> 20 KM <sup>2</sup>	CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR (?) EMBASAMENTO	LONGÃ	PRÓXIMO A FALHAS DE DIREÇÕES N-NW E E-W.	PELA BR-230 A PARTIR DE NAZARÉ. ESTA ESTRADA CORTA O SILL.	CORPO DE FORMA IRREGULAR, DESCONTÍ NUO. ÁREA INFERIDA DEVIDO A ISTO. ESPESURA PRIORIDADE - 5
10	ITAUEIRA	ITAUEIRA-PI	079 36' S 439 31' W	SB-23-Z-D OELPAS	± 65 KM <sup>2</sup>	LONGÃ CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR (?) EMBASAMENTO	POTI	CORTADO POR FA LHAS DE DIREÇÃO NW-SE E SW-NL.	PELA PI-140 ATÉ ITAU EIRA (SOBRE O SILL) E DAÍ SEGUINDO PARA SUL.	CONSTITUÍDO POR 2 CORPOS DESCONTÍ NUOS, AQUI CONSIDERADOS COMO APENAS 1 SILL. ESPESURA PRIORIDADE - 4
11	FAZ. MALHADA GRANDE	- NAZARÉ DO PIAUI - FLORIANO - ITAUEIRA - S. FRANCIS CO DO PIAUI - S. JOSÉ DO PEITE - PI -	079 09' S 429 43' W	SB-23-Z-D OELPAS	± 35 KM <sup>2</sup>	CABEÇAS PIMENTEIRAS GRUPO SERRA GRANDE TOMBADOR EMBASAMENTO	LONGÃ	A ± 3,6 KM P/LESTE OCORRE FALHA SW-NE C/LADO BAIXO P/SE.	AO NORTE PELA ESTRADA QUE LIGA NAZARÉ DO PI AUI A OELPAS PARA SUL DE NAZARÉ DO PIAUI, PE LA ESTRADA QUE LIGA ESTA CIDADE A ITAUEI RA. TAMBÉM P/ESTRADAS QUE LIGAM FLORIANO A NAZARÉ DO PIAUI E P/ QUE LIGA FLORIANO A ITAUEIRA.	- ACESSO AO SILL A PARTIR DAS ESTRA DAS CITA-AS ATÉ AS FAZ. MALHADA GRAN DE, RIACHÃO, CAMPO GRANDE, PORTEIRA E CASTANHO. - CORPO DENRÍTICO, IRREGULAR DES CONTÍNUO. - OCORREM MAIS DOIS CORPOS PARA LES TE A 10 KM E A 15 KM DO CORPO PRIN CIPAL. ESPESURA PRIORIDADE - 5

ANEXO III

ÁREAS SELECIONADAS NA BACIA DO  
PARANÁ - RS E SC

NR I A (Soleira)

DENOMINAÇÃO: Iruí

CIDADE: Cachoeira do Sul

COORDENADAS: 52°25' - 52°50'/30°00' - 30°15'

ACESSO: BR-290, principalmente

FORMAÇÕES ATRAVESSADAS: Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto

FORMAÇÃO HOSPEDEIRA: Irati, principalmente; contato Irati-Estrada Nova e Rio do Rasto

EXTENSÃO: dispersa numa área de aproximadamente 250 km<sup>2</sup>

ESPESSURA: cerca de 10-15m

**CONHECIMENTO GEOLÓGICO:**

- Mapa Geológico da Quadrícula de Encruzilhada do Sul, 1:250.000, DNPM, 1966
- Mapa Geológico da Folha de Cachoeira do Sul, 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Mapa Geológico da Área do Iruí, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1981
- Mapa Geológico da Área do Iruí, 1:25.000, CPRM/DNPM, 1983
- Mapa Geológico da Área do Iruí-Leão, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1983
- Trabalhos de Graduação, Piquiri, 1:25.000, CPRM/UFRGS, 1983
- Carta de Recursos Minerais, Cachoeira do Sul, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984 (mapa de serviço)

**CONHECIMENTO PROSPECTIVO:**

**- METALOGENÉTICO**

1. Carta Metalogenética, Cachoeira do Sul, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984
2. Carta de Previsão de Recursos Minerais, Cachoeira do Sul, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984

**- CARVÃO**

1. Projeto de Pesquisa de Carvão da área Iruí-Butiá, CPRM:
  - a. Área Capão das Pombas
  - b. Bloco Iruí-Carvão Mineral
  - c. Área Capão das Pombas C-7
  - d. Bloco Iruí-Linhito
  - e. Área Cordilheira
  - j. Área Fazenda da Quinta
2. Projeto Carvão no Rio Grande do Sul (Sondagem/Geologia), 1:50.000/1:100.000, CPRM/DNPM, 1984

**FOTOS/IMAGENS**

1. Fotografias 1:25.000, 1977
2. Fotografias 1:60.000, 1964/66
3. Fotografias 1:110.000, 1976
4. Projeto Radam Brasil, 1:250.000, 1976

**BIBLIOGRAFIA**

- Geologia da Quadrícula de Encruzilhada do Sul, DNPM, 1966
- Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, CPRM/DNPM, 1984
- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1984.

Nº: I B (Soleira)

DENOMINAÇÃO: Leão

CIDADE: Pantano Grande

COORDENADAS: 52°00' - 52°20'/30°00' - 30°15'

ACESSO: BR-290, principalmente

FORMAÇÕES ATRAVESSADAS: Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto

FORMAÇÃO HOSPEDEIRA: Irati, contato Irati-Estrada Nova e Rio do Rasto

EXTENSÃO: ocorrência dispersa numa área de aproximadamente 200 km<sup>2</sup>

ESPESSURA: entre 20 e 40 m, podendo atingir valores próximos a 50-60 m no Cerro do Coronel

**CONHECIMENTO GEOLÓGICO:**

- Mapa Geológico da Quadrícula de Encruzilhada do Sul, 1:250.000, DNPM, 1966
- Mapa Geológico da Folha do Vigia, DNPM/CONGEO, 1967
- Mapa Geológico da Folha Minas do Leão, 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha de Porto Alegre, MME/DNPM, 1974
- Mapa Geológico Preliminar do Escudo Sul-Riograndense, 1:250.000, DOCEGEO, 1978
- Mapeamento Geológico da Área Leão-Mariana Pimentel, 1:100.000, DNPM, 1982
- Mapa Geológico da Área Iruí-Leão, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1983
- Mapa Geológico da Folha Minas do Leão, 1:100.000, CPRM/DNPM, 1986
- Carta Tectono-Estrutural, Porto Alegre, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1986 (mapa de serviço)
- Carta Lito-Ambiental, Porto Alegre, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1986 (mapa de serviço)
- Carta de Recursos Minerais, Porto Alegre, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1986 (mapa de serviço)

**CONHECIMENTO PROSPECTIVO:**

- AEROGEOFÍSICO

1. Magnetometria e Gamaespectrometria nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, CPRM/DNPM/LASA, 1978/1987

- METALOGENÉTICO

1. Carta Metalogenética, Porto Alegre, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1986
2. Carta de Previsão de Recursos Minerais, Porto Alegre, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1986

- CARVÃO

1. Projeto Carvão do Rio Grande do Sul (Sondagem/Geologia), 1:100.000/1:50.000, CPRM/DNPM, 1978
2. Projeto Iruí-Butiá (PROESP/CARVÃO), Sísmica de Reflexão de Alta Resolução, Área Leão B, 1:100.000, CPRM, 1981
3. Projeto Iruí-Butiá (PROESP/CARVÃO), Sísmica de Reflexão de Alta Resolução, Área Leão A, 1:10.000, CPRM, 1982
4. Programa Nacional de Prospecção para Carvão, Linhito e Turfa. Projeto Carvão Energético nas Áreas Leão I e II, 1:100.000, CPRM/DNPM, 1982
5. Programa Nacional de Prospecção para Carvão, Linhito e Turfa. Projeto Carvão na Área do Recreio, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1982
6. Programa Nacional de Prospecção para Carvão, Linhito e Turfa. Projeto Carvão Energético na Área Sul do Leão, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1982
7. Projeto Iruí-Butiá, CPRM:
  - a. Bloco Iruí-Leão Sapropelito
  - b. Bloco Leão Sapropelito
  - c. Bloco Capão da Fonte
  - d. Bloco Pantano Grande Sul
  - e. Bloco Leão Linhito
  - f. Bloco Sanga da Lavagem
  - g. Bloco Leste
8. Projeto Carvão na Área Leão-Mariana Pimentel, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1983
9. Projeto Carvão na Área do Butiá, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1983

**FOTOS/IMAGENS:**

1. Fotografias 1:25.000, 1977
2. Fotografias 1:60.000, 1964/1966
3. Fotografias 1:110.000, 1976
4. Projeto Radam Brasil, 1:250.000, 1976

**BIBLIOGRAFIA:**

- Geologia da Quadrícula de Encruzilhada do Sul, DNPM, 1966
- Projeto Extremo Sudeste do Brasil, CPRM/DNPM/LASA, 1978/1987
- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1984
- Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, CPRM/DNPM, 1986



Nº: 1 C (Soleira)

DENOMINAÇÃO: Leste (Região Metropolitana)

CIDADE: Área da Grande Porto Alegre, incluindo os municípios de Sepucaia do Sul, São Leopoldo, Canoas, Gravataí e Triunfo

COORDENADAS: 50°55' - 51°30' / 29°45' - 30°00'

ACESSO: é feito pelo sistema de rodovias municipais, estaduais e federais que constituem a infra-estrutura básica a nível da região metropolitana, destacando-se: BR-290, RS-118, BR-386, BR-116, RS-030 e RS-020.

FORMAÇÕES ATRAVESSADAS: Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto

FORMAÇÃO HOSPEDEIRA: Formação Rosário do Sul, Irati e Estrada Nova

EXPLORAÇÃO: trata-se de várias pequenas ocorrências dispersas numa faixa aproximadamente E-W, a norte de Porto Alegre. São corpos de dimensões variadas desde 0,20 km<sup>2</sup> até 6,5 km<sup>2</sup>

ESPESSURA: estimada entre 10-20m.

CONHECIMENTO GEOLÓGICO:

- Mapa Geológico da Folha de Novo Hamburgo, 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Mapa Geológico da Folha de Morretes, 1:100.000, UFRGS, Geociências, 1972
- Geologia da Folha de São Leopoldo, 1:100.000, UFRGS, Geociências, 1983
- Mapa Geológico da Folha de Gravataí e Santo Antônio da Patrulha, 1:100.000, UFRGS/CECO, 1984

CONHECIMENTO PROSPECTIVO:

- AEROGEOFÍSICO

1. Magnetometria e Gammaespectrometria nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, CPRM/DNPM/LASA, 1978/1987

- CARVÃO:

1. Carvão da Bacia do Gravataí, DNPM, 1960
2. Projeto Carvão no Rio Grande do Sul (Sondagem/Geologia), 1:100.000/1:50.000, CPRM/DNPM, 1978
3. Subprojeto Morungava, Bloco Sul, DNPM/1980
4. Projeto Carvão Energético no Estado do Rio Grande do Sul. Geofísica nas Áreas de São Sepé, Durasnal e Santa Rita, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1981
5. Projeto Torres-Gravataí, Bloco Arenito Betuminoso (Área Q-7), CPRM, 1982
6. Projeto Torres-Gravataí, Bloco Arenito Betuminoso (Áreas Q-3, Q-4 e Q-6), CPRM, 1983
7. Perfis descritivos de furos de sonda executados pela COPELMI, CRM e CARBONÍFERA METROPOLITANA

FOTOS/IMAGENS:

1. Fotografias 1:60.000, 1964/66
2. Fotografias 1:110.000, 1976
3. Projeto Radam Brasil, 1:250.000, 1976

BIBLIOGRAFIA:

- Projeto Extremo Sudeste do Brasil, CPRM/DNPM/LASA, 1978/1987
- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1984

OBS.: A nível dos furos de sondagem constata-se, em revisão rápida, a presença de "sills" de rocha básica de possança expressiva. Especialmente interessantes, passíveis talvez, de uma análise mais acurada registramos as informações contidas em dois destes furos. Por outro lado, a sísmica e a magnetometria confirmaram a presença de espessos níveis de rocha básica entre Gravataí e Santo Antônio.

Santo Antônio da Patrulha

CA - 86 - RS  
Entre 477,80 - 561,90  
Espessura - 84,10m

Diabásio cinza escuro, granulação fina, bastante fraturado na base. Ocorre no contato Irati (Mb. Assistência) e Estrada Nova (Mb. Serra Alta)

Entre 694,35 - 731,60  
Espessura - 37,25

Diabásio cinza, granulação média a grosseira, cristais ripiformes de feldspatos bastante fraturados. Rio Bonito

Morungava

CA - 84 - RS  
Entre 233,20 - 317,20  
Espessura - 84,00m

Diabásio cinza escuro, granulação média a grosseira, maciço. Fratura vertical preenchida por carbonato e pirita disseminada. No contato Irati (Mb. Assistência) e Estrada Nova (Mb. Serra Alta).

**Nº: II (Soleira; Olivina- diabásio)**

**DENOMINAÇÃO:** Arroio das Traíras

**CIDADE:** Bagé

**COORDENADAS:** 53°44' - 53°45' / 31°08' - 31°10'

**ACESSO:** a partir de Bagé segue-se pela BR-153 rumo NE até as imediações do Arroio das Traíras no centro norte da Folha de Hulha Negra (1:100.000)

**FORMAÇÕES ATRAVESSADAS:** Membro Mangueirão da Formação Arroio dos Nobres

**FORMAÇÃO HOSPEDEIRA:** contato Membro Mangueirão com Formação Santa Tecla

**Extensão:** aproximadamente 2,2 km<sup>2</sup>

**ESPESSURA:** estimada 20-40 m

**CONHECIMENTO GEOLÓGICO:**

- Mapa Geológico da Região Piratini-Pinheiro Machado-Bagé (RS), 1:250.000, DNPM, 1970
- Folha Geológica das Palmas 1:50.000, CPRM/DNPM, 1971

**CONHECIMENTO PROSPECTIVO:**

**- AEROGEOFÍSICO**

1. Magnetometria e Gamaespectrometria na escala 1:200.000, CPRM/DNPM/CNEN, 1973

**FOTOS/IMAGENS:**

1. Fotografias 1:60.000, 1964/1966
2. Fotografias 1:110.000, 1976
3. Projeto Radam Brasil, 1:250.000, 1976
4. Landsat, 1:100.000, 1984

**BIBLIOGRAFIA:**

- Geologia da Região Piratini-Pinheiro Machado-Bagé, Rio Grande do Sul, DNPM-DGM, 1970
- Projeto Cobre, RS, Folha Geológica das Palmas, CPRM/DNPM, 1971
- Projeto Aerogeofísico Camaquã, RS, CPRM/DNPM/CNEN, 1973
- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1984

**Nº III (Soleira)**

**DENOMINAÇÃO:** Rio Camaquã

**CIDADE:** Santana da Boa Vista

**COORDENADAS:** 53°00' - 53°10' / 30°52' - 31°00'

**ACESSO:** nas proximidades da cidade de Santana da Boa Vista, a SE pela BR-392, antes de alcançar o Rio Camaquã

**FORMAÇÕES ATRAVESSADAS:** Grupo Bom Jardim (indiviso) e Formação Rio do Rasto

**FORMAÇÃO HOSPEDEIRA:** Formação Rio do Rasto

**EXTENSÃO:** 0,4 km<sup>2</sup>, aproximadamente

**ESPESSURA:** estimada em 20-40m

**CONHECIMENTO GEOLÓGICO:**

- Mapa Geológico Preliminar das Regiões Típicas dos Principais Sistemas de Falhas do Escudo Sul-Riograndense, 1:250.000, ECUFRGS, 1969 (RS.Picada)

**CONHECIMENTO PROSPECTIVO:**

**-AEROGEOFÍSICO**

1. Magnetometria e Gamaespectrometria na escala 1:200.000, CPRM/DNPM/CNEN, 1973

**FOTOS/IMAGENS:**

1. Fotografias 1:25.000, 1977
2. Fotografias 1:60.000, 1964/1966
3. Fotografias 1:110.000, 1976
4. Projeto Radam Brasil, 1:250.000, 1976
5. Landsat, 1:100.000, 1984

**BIBLIOGRAFIA:**

- Ensaio Sobre a Tectônica do Escudo Sul-Riograndense. Caracterização dos Sistemas de Falhas. ECUFRGS-CNPE, 1969
- Projeto Aerogeofísico Camaquã, RS, CPRM/DNPM/CNEN, 1973.

Nº: IV A (Soleira)

DENOMINAÇÃO: Maracajá-Barro Branco

CIDADE: Criciúma

COORDENADAS: 49°20' - 49°40' / 28°25' - 28°55'

ACESSO: de Criciúma pela SC-445 para norte até Barro Branco, corta-se a porção centro-norte da intrusão; de Criciúma para oeste via SC-446 e SC-447, alcança-se a porção mediana do corpo, enquanto pelo acesso sul de Criciúma a partir da BR-101 e pela própria, chega-se a parte meridional da ocorrência.

FORMAÇÕES ATRAVESSADAS: Rio Bonito, Palermo, Irati e Serra Alta

FORMAÇÃO HOSPEDEIRA: contato Irati-Serra Alta

EXTENSÃO: aproximadamente 100 km<sup>2</sup>

ESPESSURA: estimada em 50-60m

#### CONHECIMENTO GEOLÓGICO:

- Mapa Geológico da Folha de Criciúma 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Revisão do Mapeamento da Porção Condutiva das Quadrículas de Tubarão e Laguna, 1:250.000, CPRM, 1972
- Projeto Lages-Criciúma, 1:100.000, CPRM/CNEN, 1973
- Projeto Inventário de Calcário no Estado de Santa Catarina, 1:100.000, CPRM/SUDESUL, 1976
- Geologia do Distrito de Fluorita de Santa Catarina, 1:800.000, RADAM Brasil, 1982
- Carta Tectono-Estrutural, Criciúma 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta Lito-Ambiental, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta de Recursos Minerais, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta Geológica, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta Geofísica, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Projeto Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos Decorrente da Extração do Carvão, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1984

#### CONHECIMENTO PROSPECTIVO

##### - AEROGEOFÍSICO

1. Projeto Ponta Grossa-Criciúma, 1:50.000, CPRM/CNEN, 1972

##### - METALOGENÉTICO

1. Carta Metalogenética, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984
2. Carta de Previsão de Recursos Minerais, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984

##### - CARVÃO

1. Projeto Carvão de Santa Catarina, 1:20.000, CPRM/DNPM, 1973
2. Projeto Carvão no Pré-Barro Branco 1:100.000, CPRM/DNPM, 1975
3. Projeto Carvão Bonito Caseificável 1:50.000, DNPM, 1975
4. Projeto Carvão Araranguá-Torres, 1ª Etapa, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1976; 2ª Etapa, 1:100.000, CPRM/DNPM, 1979
5. Projeto Araranguá, 1:50.000, CPRM, 1978
6. Projeto Carvão Energético no Estado de Santa Catarina, 1:40.000, CPRM/DNPM, 1981:
  - a. Área de Antonio de Lucça
  - b. Área da Mina II
  - c. Área das Minas Esperança e Fontanella
  - d. Área do Rio Caeté
  - e. Área da Malha II

##### - FLUORITA

1. Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina, 1:25.000, CPRM/DNPM, 1984

##### - CONCHEIROS NATURAIS

1. Projeto Prospecção de Concheiros Naturais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, CPRM/DNPM, 1971

#### FOTOS/IMAGENS

1. Fotografias 1:60.000, 1964
2. Fotografias 1:25.000, 1977
3. Projeto Radam Brasil, 1:100.000 e 1:250.000, 1976

#### BIBLIOGRAFIA:

- Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, CPRM/DNPM, 1984
- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1986,

OBS.: A norte de Orleães pequenas ocorrências dispersas afetam o Rio Bonito e c Itararé

**Nº IV B (Soleira)**

**DENOMINAÇÃO:** Rio Uruçanga

**CIDADE:** Uruçanga

**COORDENADAS:** 49°10' - 49°20' / 28°27' - 28°35'

**ACESSO:** pela SC-441, vindo de SE, tem-se acesso a porção central do corpo

**FORMAÇÕES ATRAVESSADAS:** Pré-Cambriano indiferenciado, Itararé e Rio Bonito

**FORMAÇÃO HOSPEDEIRA:** Rio Bonito

**EXTENSÃO:** aproximadamente 33 km<sup>2</sup>

**ESPESSURA:** estimada em 30-40m

**CONHECIMENTO GEOLÓGICO:**

- Folha Geológica de Morro da Fumaça, SC, 1:50.000, DNPM, 1969
- Folha Geológica de Braço do Norte, SC, 1:50.000, DNPM, 1969
- Mapa Geológico da Folha de Criciúma e Tubarão, 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Revisão do Mapeamento da Porção Condúcnica das Quadrículas de Tubarão e Laguna, 1:250.000, CPRM, 1972
- Projeto Lages-Criciúma, 1:100.000, CPRM/CNEN, 1973
- Geologia do Distrito de Fluorita de Santa Catarina, 1:800.000, RADAM Brasil, 1982
- Carta Tectono-Estrutural, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983, (mapa de serviço)
- Carta Lito-Ambiental, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta de Recursos Minerais, Criciúma 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta Geológica, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)
- Carta Geofísica, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1983 (mapa de serviço)

**CONHECIMENTO PROSPECTIVO:**

**- AEROGEOFÍSICO**

1. Projeto Ponta Grossa-Criciúma, 1:50.000, CPRM/CNEN, 1972

**- METALOGENÉTICO**

1. Carta Metalogenética, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984
2. Carta de Previsão de Recursos Minerais, Criciúma, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1984

**- CARVÃO**

1. Projeto Carvão de Santa Catarina, 1:20.000, CPRM/DNPM, 1973
2. Projeto Carvão no Pré-Barro Branco, 1:100.000, CPRM/DNPM, 1975
3. Projeto Carvão Bonito Gaseificável, 1:50.000, DNPM, 1975
4. Projeto Carvão Energético no Estado de Santa Catarina, CPRM/DNPM, 1982

**- FLUORITA**

1. Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina, 1:25.000, CPRM/DNPM, 1984

**- CONCHEIROS NATURAIS**

1. Projeto Prospecção de Concheiros Naturais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, CPRM/DNPM, 1971

**FOTOS/IMAGENS:**

1. Fotografias 1:60.000, 1964
2. Fotografias 1:25.000, 1977
3. Radam Brasil, 1:100.000 e 1:250.000, 1976

**BIBLIOGRAFIA:**

- Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, CPRM/DNPM, 1984
- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1986

Nº: V

DENOMINAÇÃO: Pouso Redondo-Rio do Campo

CIDADE: Rio do Sul

COORDENADAS: 49°50' - 50°13'/26°55' - 27°20'

ACESSO: pode ser feito pela BR-470 na porção sul da ocorrência; pela SC-422 corta-se o corpo no sentido N-S; de Taió pela SC-302 tem-se acesso à parte norte da soleira

FORMAÇÕES ATRAVESSADAS: Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Terezina

FORMAÇÕES HOSPEDEIRAS: Rio Bonito, Irati e contato Serra Alta/Terezina

EXTENSÃO: aproximadamente 500 km<sup>2</sup>

ESPESSURA: estimada em 40-50 m

**CONHECIMENTO GEOLÓGICO:**

- Mapa Geológico da Folha de Rio do Sul, 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Mapa Geológico da Folha Ponte Alta, 1:100.000, PETROBRÁS, 1970
- Mapeamento Geológico para Carvão Área Taió/Rio do Sul, 1:50.000, CPRM/DNPM, 1984
- Inventário de Calcário no Estado de Santa Catarina, 1:100.000, CPRM/SUDESUL, 1976

**CONHECIMENTO PROSPECTIVO:**

- CARVÃO

1. Projeto Carvão no Extremo Norte de Santa Catarina, 1:250.000, CPRM/DNPM, 1975
2. Projeto Carvão Norte de Santa Catarina 1:250.000/1:100.000, CPRM/DNPM, 1975

**FOTOS/IMAGENS**

1. Fotografias 1:60.000, 1964
2. Fotografias 1:25.000, 1977
3. Projeto Radam Brasil, 1:250.000, 1976

**BIBLIOGRAFIA:**

- Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica, CPRM/DNPM, 1986

OBS.: Soleiras de pequena expressão ocorrem próximo a cidade de Rio do Sul com cartografia duvidosa afetando a Formação Rio do Sul. Também na Folha de Vidal Ramos, a norte de Presidente Nereu e SE de Vidal Ramos, pequenos corpos sem continuidade são cartografados na Formação Rio do Sul.  
A NW de Benedito Novo e no extremo NW da Folha de Blumenau, corpos básicos sem grande extensão afetam as Formações Mafra e Rio do Sul, respectivamente.

ANEXO IV

ÁREAS SELECIONADAS NA BACIA DO

PARANÁ - SP E PR

ANEXO IV

PRINCIPAIS CORPOS DE INTERESSE PIROSPECTIVO PARA MGP

SUREG/SP

Nº CORPO	FOLHA TOPOGRÁFICA	ESCALA	TOPONÍMIA	FOTOS AÉREAS DISPONÍVEIS			TIPO DE OCORRÊNCIA	ÁREA EM HECTARES	ESPESSURA EM METROS	FORMAÇÕES GEOLÓGICAS ATRAVESSADAS
				VÔO/ANO	ESCALA	FX/Nº				
01	S. MATEUS DO SUL/REBOUÇAS	1:100.000	BARRO BRANCO/MANDUCAS				SOLEIRAS	136 km LINEARES	PALERMO, IRATI (BASE) SERRA ALTA (TOPO)	
02	REBOUÇAS SG-22-X-C-IV	1:100.000	MALLET				LOPOLITOS (3)		SERRINHA E MORRO PELADO (EM RIO DO RASTO)	
03	IRATI SG-22-X-C-I	1:100.000	IRATI				SOLEIRAS		PALERMO E IRATI (BASE) SERRA ALTA (TOPO)	
04	IRATI SG-22-X-C-I	1:100.000	RIO BARREIROS				SOLEIRAS		SERRA ALTA (BASE) TERESINA (TOPO)	
05	IRATI SG-22-X-C-I	1:100.000	RIO DOS PATOS				SOLEIRAS		FORMAÇÃO TERESINA (BASE E TOPO)	
06	RESERVA SG-22-X-A-IV	1:100.000	MARINS				SOLEIRAS		IRATI E SERRA ALTA	
07	RESERVA SG-22-X-A-IV	1:100.000	RESERVA				SOLEIRAS		RIO BONITO, PALERMO IRATI (BASE); TERESINA (TOPO)	
08	CÂNDIDO DE ABREU	1:100.000	CÂNDIDO DE ABREU				DIQUE		FORMAÇÃO BOTUCATU (TOPO) FORMAÇÃO RIO DO RASTO	
09	CÂNDIDO DE ABREU	1:100.000	TRÊS BICOS				DIQUE		FORMAÇÃO RIO DO RASTO FORMAÇÃO TERESINA	
10	JAGUARIAÍMA	1:100.000	RIO DAS CINZAS				SOLEIRAS		FORMAÇÃO FURNAS FORMAÇÃO PONTA GROSSA	
11	JAGUARIAÍMA	1:100.000	RIO DAS PERDIZES				SOLEIRAS		FORMAÇÃO PONTA GROSSA FORMAÇÃO FURNAS	
12	JAGUARIAÍMA	1:100.000	RIO JAGUARIAÍMA				SOLEIRAS E DIQUE		FORMAÇÃO PONTA GROSSA FORMAÇÃO FURNAS	
13	TELÊMACO BORBA	1:100.000	MONJOLINHO				SOLEIRAS		FORMAÇÃO SERRA ALTA FORMAÇÃO IRATI	
14	TELÊMACO BORBA	1:100.000	RIO TIBAJI				SOLEIRAS E DIQUE		FORMAÇÃO SERRA ALTA FORMAÇÃO IRATI	
15	GUARÉ/ ITAPETININGA	1:100.000	ANGATUBA				SOLEIRAS		FORMAÇÃO PIRAMBAIA FORMAÇÃO SERRA ALTA	
16	GUARÉ	1:100.000	RIO STO. INÁCIO				ESTRUTURA DÔMICA		FORMAÇÃO PIRAMBAIA FORMAÇÃO BOTUCATU	
17	CONGONHINHAS	1:100.000	SAPOEMA				SOLEIRAS		FORMAÇÃO SERRA ALTA FORMAÇÃO IRATI	
18	IBAÍTI	1:100.000	FIGUEIRA				SOLEIRAS		FORMAÇÃO SERRA ALTA FORMAÇÃO IRATI	
19	VENCESLAU BRAS	1:100.000	QUATIGUÁ				ESTRUTURA DÔMICA		FORMAÇÃO SERRA ALTA FORMAÇÃO IRATI	
20	TATUI	1:100.000	CERQUILHO				SOLEIRAS E DIQUE		FORMAÇÃO IRATI FORMAÇÃO RIO BONITO	

ANEXO V

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS  
SELECIONADAS EM RONDÔNIA



PROJETO NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE MGP - COMPLEXO RONDONIENSE  
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

ANEXO V  
NOME  
ROCHAS MÁFICAS-ULTRAMÁFICAS  
DO ANARI

LOCALIZAÇÃO

A área localiza-se na região sudeste do estado de Rondônia, curso superior do rio Pimenta Bueno, abrangendo terras dos municípios de Vilhena, Pimenta Bueno e Cerejeiras - Está limitada pelos paralelos de 12°25' e 12°40' e meridianos de 61° e 61°45'.

SUPERFÍCIE  
400 km<sup>2</sup>

ACESSO

O acesso terrestre é efetuado pela RO-391 que liga as vilas de Guaporé e Chupinguaia, a primeira localizada às margens da BR-364 (asfaltada), e após por rodovias abertas ao longo das linhas de colonização do INCRA.

AMBIENTE GEOLÓGICO

Representado por soleira máfica (e ultramáfica ?) com superfície aflorante de cerca de 400 km<sup>2</sup>, espessura mínima de 80 m e idade mesozóica, encaixada em seqüência sedimentar paleozóica contendo lentes de evaporitos (carbonatos e gipsita) e espessa camada de folhelhos piritosos. No aspecto textural dominam as litologias microgranulares, e de granulação fina a média.

CONHECIMENTO GEOLÓGICO

Mapeamento Geológico, escala 1:500.000 (Projeto Sudeste de Rondônia)  
Mapeamento Geológico, escala 1:1.000.000 (Projeto Radam Brasil - Folhas Porto Velho e Guaporé)  
Descritos 20 afloramentos, a maioria de diabásios e raros de basaltos (?).

CONHECIMENTO PROSPECTIVO

Aerogeofísica - Projeto Aerogeofísica Serra dos Parecis  
Geoquímica - Projeto Sudeste de Rondônia através da coleta de 25 amostras de sedimento de corrente e 08 de concentrados de bateia.

RESULTADOS PROSPECTIVOS

Teores de V, Cr, Co, Cu e Ni em sedimentos de corrente e concentrados de bateia entre 20 a 1000 ppm, 10 a 500 ppm, 10 a 100 ppm, 7 a 200 ppm e 10 a 200 ppm, respectivamente.

DOCUMENTAÇÃO

Mapas topográficos, escalas 1:100.000 e 1:250.000  
Carta imagem, escala 1:250.000  
Fotografias aéreas, escalas 1:120.000 e 1:70.000  
Imagens TM, escalas 1:100.000 e 1:250.000  
Fotomosaicos Radam Brasil, escalas 1:100.000 e 1:250.000

MINERALIZAÇÕES

(?)

BIBLIOGRAFIA

Projeto Sudeste de Rondônia  
Projeto Aerogeofísica Serra dos Parecis  
Projeto Radam Brasil - Folha SC-20 - Porto Velho  
Projeto Radam Brasil - Folha SD-20 - Guaporé

PROJETO NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE MGP - COMPLEXO RONDONIENSE  
 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

NOME  
 SETE DE SETEMBRO  
 (Norte de Cacoal)

LOCALIZAÇÃO

A área localiza-se a cerca de 30 km ao norte da cidade de Cacoal, em terras do município homônimo, entre os paralelos de 11° e 11°15' e meridianos 61°15' e 61°30'.

SUPERFÍCIE  
 50 km<sup>2</sup>

ACESSO

O acesso é efetuado por via terrestre através de estrada encascalhada com extensão de 30 km que liga a área com a cidade de Cacoal, situada às margens da BR-364 (asfaltada).

AMBIENTE GEOLÓGICO

Compreende corpo máfico/ultramáfico ? do Proterozóico Médio/Superior com superfície de exposição de aproximadamente 50 km<sup>2</sup>, intrusivo em rochas metamórficas de médio a alto grau relacionadas ao Complexo Xingu.

CONHECIMENTO GEOLÓGICO

Mapeamento Geológico, escala 1:500.000 (Projeto Sudeste de Rondônia)  
 Mapeamento Geológico, escala 1:1.000.000 (Projeto Radam Brasil)  
 Descritos 10 afloramentos, sendo 05 de rochas máficas (gabros, noritos, brecha máfica) e 05 de rochas encaixantes (ortognaisses).

CONHECIMENTO PROSPECTIVO

Aerogeofísica - Projeto Aerogeofísica Serra dos Parecis  
 Geoquímica - Projeto Sudeste de Rondônia  
 Coletadas 08 amostras de sedimentos de corrente e 01 de concentrado de bateia

RESULTADOS PROSPECTIVOS

Intensa anomalia magnetométrica. Teores de V, Cr, Cu, Ni, Co em sedimentos de corrente e concentrados de bateia entre 15 e 200 ppm, 10 a 30 ppm, 10 ppm, 15 a 70 ppm e 10 a 70 ppm, respectivamente.

DOCUMENTAÇÃO

Mapas topográficos, escalas 1:100.000 e 1:250.000  
 Carta imagem, escala 1:250.000  
 Fotografias aéreas, escalas 1:70.000 e 1:120.000  
 Imagens TM, escalas 1:100.000 e 1:250.000  
 Fotomosaicos Radam Brasil, escalas 1:100.000 e 1:250.000

MINERALIZAÇÕES

Disseminações de sulfetos (pirita)

BIBLIOGRAFIA

Projeto Sudeste de Rondônia  
 Projeto Aerogeofísica Serra dos Parecis  
 Projeto Radam Brasil - Folha SC-20 - Porto Velho

PROJETO NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE MGP - COMPLEXO RONDONIENSE  
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

NOME  
LATERITOS DO RIO SÃO MIGUEL

LOCALIZAÇÃO

A área localiza-se na região sudoeste do estado de Rondônia, abrangendo parte dos municípios de São Miguel do Guaporé e Costa Marques, cuja rede hidrográfica é representada pela bacia do rio São Miguel. Apresenta-se limitada pelos paralelos de 11 50' e 12 05' e meridianos 62 40' e 63 05'. A cidade de São Miguel do Guaporé situa-se imediatamente a nordeste dos limites da área.

SUPERFÍCIE  
800 km<sup>2</sup>

ACESSO

O acesso pode ser efetuado por via rodoviária através da BR-429 que liga as cidades de Presidente Médice (margens da BR-364, asfaltada) e Costa Marques. O deslocamento no interior pode ser efetuado pelo rio São Miguel e rodovias secundárias.

AMBIENTE GEOLÓGICO

A região apresenta-se intensamente peneplanizada e coberta predominantemente por elúvios e em menor proporção colúvios e aluviões, sobrepostos nos terrenos com alguma ondulação por lateritos (e gossans?).

CONHECIMENTO GEOLÓGICO

Mapeamento Geológico, escalas 1:500.000 (Projetos Sudeste de Rondônia e Sudoeste de Rondônia) e 1:1.000.000 (Radam Brasil, Folhas Porto Velho e Guaporé)  
Descritos na área 03 afloramentos de lateritos e 01 de gabro

CONHECIMENTO PROSPECTIVO

Levantamento Aerogeofísico (Projetos Serra dos Parecis e dos Pacaás Novos)  
Levantamento Geoquímico (Projetos Sudeste de Rondônia e Sudoeste de Rondônia) envolvendo a coleta de sedimentos de corrente (20 amostras) e concentrados de bateia (05 amostras)

RESULTADOS PROSPECTIVOS

Área com intensa anomalia magnetométrica e teores de V, Cr, Cu, Co e Ni em sedimentos de corrente e concentrados de bateia, entre 10 e 700 ppm, 100 e >5000 ppm, 15 e 50 ppm, 7 e 100 ppm e 10 e 70 ppm, respectivamente.

DOCUMENTAÇÃO

Mapas topográficos, escalas 1:100.000 e 1:250.000  
Carta imagem, escala 1:250.000  
Fotografias aéreas, escalas 1:120.000 e 1:70.000  
Imagens TM, escalas 1:250.000 e 1:100.000  
Fotomosaicos Radam Brasil, escalas 1:100.000 e 1:250.000

MINERALIZAÇÕES

Ocorrências de cromita e espinélio em aluviões

BIBLIOGRAFIA

Projeto Sudoeste de Rondônia  
Projeto Sudeste de Rondônia  
Projeto Aerogeofísica Serra dos Pacaás Novos  
Projeto Aerogeofísica Serra dos Parecis  
Projeto Radam Brasil - Folha SC-20 - Porto Velho  
Projeto Radam Brasil - Folha SD-20 - Guaporé

ANEXO VI

ÁREAS SELECIONADAS NO PRÉCAMBRIANO  
DE MINAS GERAIS

ÁREAS	PRINCIPAIS JAZIMENTOS	PRINCIPAIS ÁREAS	ÁREA TOTAL DOS CORPOS ULTRABÁSICOS (km <sup>2</sup> )	AMBIENTE GEO TECTÔNICO	PRINCIPAIS LITÓTIPOS	PARAGÊNESE
I Fortaleza de Minas - Lavras	Morro do Níquel - Ni Fortaleza de Minas - Ni, Cu, Co, MgP Nova Resende - cromita	Fortaleza de Minas Nova Resende, Morro do níquel	192	Greenstone belt Ocorrente no Craton São Francisco	Komatiitos (serpentinito, talco xisto, metapiroxenito, clorita-tremolita xisto, anfibolito, tachert, metachert grafitoso)	Pirrotita, Pentlandita, calcopirita, Pirita/marcassita
II Lavras-Bom Sucesso - São João Del Rei - Congonhas	Ocorrência de cromita em Bom Sucesso, talco em Monsenhor Isídoro	Bom Sucesso, Entre Rios de Minas, Casa Grande, Congonhas, Monsenhor Isídoro, São João Del Rei	30	Greenstone belt arqueno no Craton do São Francisco	Rochas ultrabásicas xistificadas	Serpentina, tremolita, actinolita, talco, clorita, siderita, cromita
III Quadrilátero Ferrífero	Córrego Boiadeiro - Amianto e Sulfetos Caeté - Quebra Osso - Au e MgP(?) Itabira -	Córrego do Boiadeiro, Caeté, Quebra Osso, Itabira	41	Greenstone belt Nova Lima	Komatiitos peridotíticos parcialmente serpentinizados. basaltos komatiíticos	Talco, serpentina, clorita, tremolita-actinolita, plagioclásio
IV Morro do Pilar - Serro	Morro do Pilar - 4 ocorrências de platina em aluvião - 1 ocorrência de cromita e 3 de ouro Serro - 1 ocorrência de platina aluvionar - 9 ocorrências e/ou jazidas de cromita - 9 ocorrências e/ou jazidas de ouro - 1 ocorrência de cobre, 1 ocorrência de níquel Rio Vermelho - 1 ocorrência aluvionar de platina - 1 ocorrência de cobre	Morro do Pilar - Serro - Conceição do Serro Alvorada de Minas - Dom Joaquim	200	Zona de colisão Craton do São Francisco Faixa Móvel(?)	Talco xisto, clorita-talco xisto, clorita-serpentina-talco xisto, magnetita-clorita xisto, cloritito, carbonato-talco xisto, talco-tremolita-clorita xisto, metachert ferrífero, quartzito ferruginoso, itabirito, quartzitos	Perinita + talco + magnetita Perinita + serpentina + tremolita + magnetita talco + dolomita + clorita + opacos clorita + talco + biotita + magnetita + epidoto talco + clorita + dolomita + magnetita + tremolita
V Carrancas - Minduri		Carrancas, Minduri Cruzília	9,5	Núcleo Cratônico (?)	Dunitos e peridotitos parcialmente serpentinizados	Ortopiroxênio, olivina, espinélio, Cr-magnetita, serpentina, tremolita, actinolita
VI Liberdade - Rio Piracicaba - São Domingos do Prata - Ipanema	Liberdade - 2 jazidas de Ni (garnierita) Piracicaba - Ocorrência de amianto São Domingos do Prata - Ocorrências de amianto e níquel Ipanema - 2 jazidas de Ni (garnierita)	Liberdade, Piracicaba, Padre Pinto, São Domingos do Prata, Conceição de Ipanema, Ipanema, Pocrane, Bela Vista	14,0	Faixa Móvel	Dunitos e peridotitos parcialmente ou totalmente serpentinizados (talco-clorita-xisto, clorita xisto, tremolita-talco xisto)	olivina, ortopiroxênio, clinopiroxênio, espinélio, plagioclásio, serpentina, clorita, carbonato, talco, garnierita
VII Piunhi	Jazida de cromita em Piunhi, ocorrência de ouro	Piunhi	10	Greenstone Belt ocorrente no Craton de São Francisco	Sasalto komatiíticos e komatiitos peridotíticos	Olivina (clorita) augita (tremolita) clinopiroxênio, ortopiroxênio (clorita), cromita, talco

ANEXO VII

CÓPIAS DE CORRESPONDÊNCIAS TROCADAS  
COM ESPECIALISTAS ESTRANGEIROS



Rio de Janeiro, October 24, 1990  
Ct. no 006/DEPES/90

D. L. BUCHANAN  
Department of Geology  
Royal School of Mines, Imperial  
College of Science and Technology  
LONDON SW7 2 BP  
ENGLAND

Dear Sir,

The purpose of this letter is to check the possibility and conditions under which you would accept to minister a course concerning the platinum group elements economic geology, in Rio de Janeiro, Brazil, in 1991.

The course would be given to a group of geologists of the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, which is a government controlled company, responsible for the execution of the geological mapping and several other programs of mineral exploration covering the Brazilian territory.

Brazil has a total surface of 8,511,000 km<sup>2</sup> where occur several mafic-ultramafic complexes of the greenstone belt type, basic sills of the Norilsk type and other complexes similar to the Bushveld.

CPRM is presently engaged in programming the "National Platinum Group Elements Prospection Project". It consists in a survey of the PGE potentiality in the whole country, to be carried out in the 1991-1995 period.

We would very much appreciate your collaboration towards the instruction of our geologists, at CPRM's expenses, of course.

In case you would be interested, please send us the following information:

1) Best time of the year for a stay lasting for a period of 20 to 40 days, in 1991.

2) Discriminated tuition fees.

3) Personal data - Age; if willing to travel in order to see fieldworks, and simplified "curriculum vitae".

The course will take place in Rio de Janeiro, a seaside town, with 6,000,000 inhabitants.

Eventual field activities will be arranged at the time, upon agreement.

The lectures, since they are meant for field geologists, will have to be a practical approach nature, aiming at discovery of PGE deposits.



Should you need any further information please contact us at the address indicated below, by letter, telex or fax.

We are enclosing a leaflet about Rio de Janeiro and copy of an article about PGE, written by one of CPRM's geologists.

Looking forward to hearing from you at your earliest convenience, we remain.

Yours truly,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mario Farina", is written over the typed name. The signature is fluid and cursive, with a prominent flourish at the end.

MARIO FARINA

Head of Departamento de Projetos Especiais

Address for reply:

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM  
MARIO FARINA/DEPES  
Av. Pasteur, 404 - URCA  
Rio de Janeiro, RJ  
BRASIL  
CEP.: 22292  
PHONE (021) 295.5446  
TELEX: (021) 22685 e (021) 32525  
FAX: 542.3647



D. L. Buchanan, Geologist  
Ph.D.(London), D.I.C., M.I.M.M., C.Eng.  
F

Tel: 071-589 5111 Ext 5615  
Fax: 071-584 7596  
071-225 8540  
Home Tel:  
081-998 2292

c/o Department of Geology  
Royal School of Mines  
Imperial College  
London SW7 2BP

26 November 1990

Mr Mario Farina  
CPRM  
Av. Pasteur  
404 -URCA  
Rio de Janeiro  
RJ  
Brazil

Dear Mr Farina

**SHORT COURSE: "ECONOMIC GEOLOGY OF THE PLATINUM-GROUP ELEMENTS"**

Thank you for your letter of 24 October concerning the possibility of my presenting the above course. I apologize for the delay in my response, but I was waiting for clarification of prior commitments for 1991. May I confirm, however, that I would very much welcome the opportunity of conducting a platinum course for your geologists.

The earliest opportunity for me to travel to Rio arises between 10 - 20 April 1991. This would permit me to present a two-day course, extending to three days if workshop sessions are included.

While constraints on time during the visit would probably precluded any significant field work, a technical review of your platinum programme could be undertaken while in Rio. The advantages of undertaking a more extensive programme of site visits could also be discussed, and possible options considered. The earliest opportunity I would have, however, would be in September 1991, and this would depend on whether or not I were required to meet a prior professional commitment.

I have attached an outline of a possible programme and course description, together with my C.V. My fees would be £325/day, excluding expenses.

I look forward to hearing from you.

Yours sincerely

*Dennis Buchanan*



**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**

Avenida Pasteur, 404, Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, December 27, 1990  
Ct. nº 014/DEPES/90

Mr. DENNIS L. BUCHANAN  
Department of Geology  
Royal School of Mines  
Imperial College  
LONDON, SW7 2BP  
ENGLAND

Dear Mr. Buchanan,

Many thanks for your letter dated November 26th, 1990, about the course concerning the platinum group elements in Brazil.

We agree with your fare conditions.

We would appreciate if you could give a longer course, especially concerning the exploration methods.

The part of field work includes trips to the several regions of Brazil and discussions with our geologists in order to prepare a written report about the PGE's potentialities.

We believe that the critical point is the period of your coming to Brazil because April 1991 is too early for us. In September 1991 we have already other appointments.

So, we ask you to study the possibility to come in November 1991 or even in 1992 when our works would be more developed and our problems better known.

Looking forward to your reply.

Yours sincerely,

MÁRIO FARINA

Head of Departamento de Projetos Especiais

Address for reply:

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM  
MÁRIO FARINA - DEPES  
Av. Pasteur, 404 - URCA  
Rio de Janeiro - RJ  
BRASIL - CEP.: 22292  
PHONE: (021) 295.5446  
TELEX: (021) 22685 e (021) 32525  
FAX.: 542.3647

cc.: DRM  
MF/ammr



Rio de Janeiro, October 24, 1990  
Ct. no 005/DEPES/90

A.J. NALDRETT  
Department of Geology  
University of Toronto  
Toronto, Ontario  
CANADA  
M5S 1A1

Dear Sir,

The purpose of this letter is to check the possibility and conditions under which you would accept to minister a course concerning the platinum group elements economic geology, in Rio de Janeiro, Brazil, in 1991.

The course would be given to a group of geologists of the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, which is a government controlled company, responsible for the execution of the geological mapping and several other programs of mineral exploration covering the Brazilian territory.

Brazil has a total surface of 8,511,000 km<sup>2</sup> where occur several mafic-ultramafic complexes of the greenstone belt type, basic sills of the Norilsk type and other complexes similar to the Bushveld.

CPRM is presently engaged in programming the "National Platinum Group Elements Prospection Project". It consists in a survey of the PGE potentiality in the whole country, to be carried out in the 1991-1995 period.

We would very much appreciate your collaboration towards the instruction of our geologists, at CPRM's expenses, of course.

In case you would be interested, please send us the following information:

1) Best time of the year for a stay lasting for a period of 20 to 40 days, in 1991.

2) Discriminated tuition fees.

3) Personal data - Age; if willing to travel in order to see fieldworks, and simplified "curriculum vitae".

The course will take place in Rio de Janeiro, a seaside town, with 6,000,000 inhabitants.

Eventual field activities will be arranged at the time, upon agreement.

The lectures, since they are meant for field geologists, will have to be a practical approach nature, aiming at discovery of PGE deposits.



Should you need any further information please contact us at the address indicated below, by letter, telex or fax.

We are enclosing a leaflet about Rio de Janeiro and copy of an article about PGE, written by one of CPRM's geologists.

Looking forward to hearing from you at your earliest convenience, we remain.

Yours truly,

A handwritten signature in cursive script, which appears to read 'Mario Farina', is written over the typed name.

MARIO FARINA

Head of Departamento de Projetos Especiais

Address for reply:

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM  
MARIO FARINA/DEPES  
Av. Pasteur, 404 - URCA  
Rio de Janeiro, RJ  
BRASIL  
CEP.: 22292  
PHONE (021) 295.5446  
TELEX: (021) 22685 e (021) 32525  
FAX: 542.3647

Mr Mario Farina,  
Head, Department of Special projects,  
CPRM,  
Av. Pasteur, 404 -URCA,  
Rio de Janeiro, RJ,  
Brasil.

21st November, 1990

Dear Mr Farina,

Thank-you for your kind invitation to visit Brazil and give a course of lectures to your company on platinum group element geology. I am very happy to do this. However, because of my commitments at the University of Toronto and the fact that I will be President of the Society of Economic Geologists next year, my schedule is already rather full.

I could be free to come in September, leaving Toronto on 4th September and could stay in Brazil until Friday 20th September, when I would have to return to Canada.

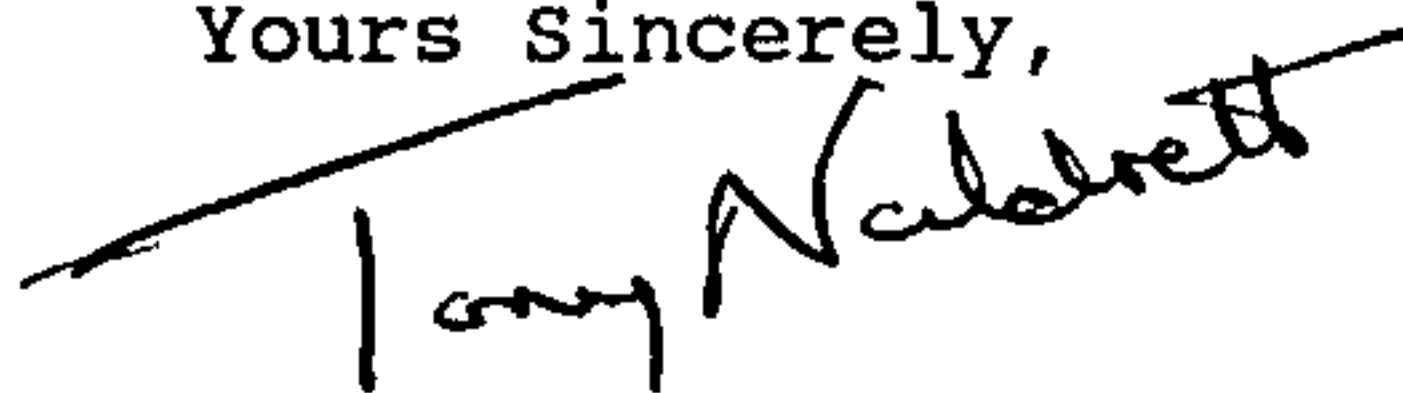
I would suggest a series of lectures lasting 3 days. I would have to present these in English, so it would be necessary for you to decide whether you would like to have them translated, or whether I should speak slowly in English. This might mean that we should allow rather longer than the 3 days that I have proposed. I would send you a set of lecture notes that could be distributed ahead of time so that people would have some familiarity with the material that I was going to present.

My rates for the days during which I would be presenting the course would be US\$1000 per day plus airfares to and from and within Brasil, and all living expenses in Brasil. I would also be pleased to accompany your geologists in the field to examine prospects in Brasil in the time remaining. My charge for this time, and for the time travelling from Toronto to Rio and return would be US\$600 per day.

I am sending you a copy of this letter by mail,  
together with a copy of my simplified curriculum vita.

With kind regards,

Yours Sincerely,

A handwritten signature in cursive script that reads "Tony Naldrett". The signature is written in dark ink and is positioned below the typed name "A.J. Naldrett".

A.J. Naldrett  
Professor



**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**

Avenida Pasteur, 404. Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, December 19, 1990  
Ct. nº 011/DEPES/90

Prof. A.J. NALDRETT  
Department of Geology  
University of Toronto  
22 Russell Street  
Toronto, Ontario  
CANADA  
M5S 3B1

Dear Professor Naldrett,

We acknowledge the receipt of your letter dated November 21st, about the course and field activities concerning the platinum group elements in Brazil, for which we thank you.

We confirm our Company's interest in your participation and we hereby accept your terms, as much regarding the period of 04 to 20 of September 1991, as to your fees, being US\$ 1,000 per day, during tuition period and US\$ 600 per day during the field activities, besides the air tickets and living expenses in Brazil.

The general programme, to be detailed at a further stage, would be as follows:

- Visit to CPRM's offices, in Rio de Janeiro, including our Mineral Analysis Laboratory - 01 day.
- Field activities, with visits to mafic-ultramafic complexes, in several regions of Brazil - 10 days. Within a delay to be established, CPRM will require a synthetic report dealing with the visited regions platinum group elements potentiality.
- Platinum group elements course, treating specially of economic geology and exploration methods - 04 days.

We remain at your entire disposal for any type of informations or elucidations you may deem necessary.

*Frederico*

(Cont. Ct. nº 011/DEPES/90)

We shall revert to the matter in the course of February 1991, when we expect to be in a position to supply further details concerning your coming and stay in Brazil.

Kindly confirm the contents of this letter.

Yours faithfully,



MÁRIO FARINA  
Head of the Special Projects and  
Environment Department

Replying address:

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM  
MÁRIO FARINA - DEPES  
Av. Pasteur, 404 - URCA  
Rio de Janeiro, RJ  
BRASIL  
CEP.: 22292  
PHONE: (021) 295.5446  
TELEX: (021) 22685 e (021) 32525  
FAX: 542.3647

cc.: DRM

DEPES - MF/ammr



ANEXO VIII

PREVISÃO DE ANÁLISES

ANEXO VIII

PROJETO NACIONAL DE PROSPECÇÃO DE METAIS DO GRUPO DA PLATINA

PREVISÕES MENSAIS DE ANÁLISES E ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA

SUBPROJETO:

PREÇO UNITÁRIO DA ANÁLISE OU PREPARAÇÃO-CR\$	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO		TOTAL		
	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	QUANTIDADE	VALOR CR\$	
<b>1. PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS (INCLUI AMOSTRAS PARA O LAMIN E PARA LABORATÓRIOS EXTERNOS) PARA ANÁLISES QUÍMICAS</b>																											
1.1 SOLOS E SEDIMENTOS DE CORRENTE	28																										
1.2 ROCHAS	46																										
1.3 CONCENTRADOS	46																										
<b>2. ANÁLISES NO LAMIN</b>																											
TIPO DE ANÁLISE/MÉTODO/(CÓDIGO)	DETERMINAÇÕES	TIPOS DE AMOSTRAS																									
2.1 ABSORÇÃO ATÔMICA/ABERTURA ÁCIDO NÍTRICO A QUENTE (360)	Ni, Cu, Co, Zn	SEDIMENTOS DE CORRENTE	83																								
2.2 ABSORÇÃO ATÔMICA/ABERTURA COM HBr + Br (375)	Au	SEDIMENTOS DE CORRENTE	132																								
2.3 ABSORÇÃO ATÔMICA/ABERTURA (380)	Ni, Cu, Co, Zn	ROCHAS E GOSSANS/LATERITAS	267																								
2.4 ABSORÇÃO ATÔMICA/ABERTURA COM HF E H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (382)	Cr	ROCHAS	390																								
2.5 ABSORÇÃO ATÔMICA/ABERTURA COM ÁCIDO FOSFÓRICO (362)	Cr	CONCENTRADOS DE BATEIA	206																								
2.6 ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO/SEMIQUANTITATIVA (241)	30 ELEMENTOS	ROCHAS E GOSSANS/LATERITAS	335																								
2.7 QUÍMICA/ROCHA (586)	13 ÓXIDOS	ROCHAS	3.533																								
2.8 CONFECÇÃO DE SEÇÃO POLIDA (025)	-	ROCHAS	2.124																								
2.9 CALCOGRAFIA/DESCRIÇÃO(026)	MINERAIS OPACOS	ROCHAS	205																								
2.10 CONCENTRAÇÃO DE PESADOS (BROMOFÓRMIO) (038)		CONCENTRADOS DE BATEIA	183																								
2.11 PETROGRAFIA/DESCRIÇÃO	MINERAIS TRANS PARENTES	ROCHAS	496																								
2.12 CONFECÇÃO DE LÂMINAS DELGADAS	-	ROCHAS	339																								
2.13 SEDIMENTOLOGIA/ANÁLISE MINERALÓGICA SEMIQUANTITATIVA (041)	MINERAIS PESADOS OPACOS	CONCENTRADOS DE BATEIA E ROCHAS MOIDAS	119																								
2.14 MINERALOGIA/DIFRAÇÃO RAIOS-X (015)	MINERAIS ESPECÍFICOS	ROCHAS, CONCENTRADOS DE BATEIA, GOSSANS	226																								
<b>3. ANÁLISES EM LABORATÓRIOS EXTERNOS</b>																											
3.1 ENSAIO DE FUSÃO/ABSORÇÃO ATÔMICA	Pt, Pd, Au	CONCENTRADOS DE BATEIA, ROCHAS E GOSSANS/LATERITAS	629																								
3.2 ENSAIO DE FUSÃO/ABSORÇÃO ATÔMICA	Pt, Pd, Ir, Rh Ru	CONCENTRADOS DE BATEIA, ROCHAS E GOSSANS	2.491																								
<b>T O T A L</b>																											

ANEXO IX

DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

DEPES

Relação de atividades para dimensionamento das metas físicas para o detalhamento das programações e para quantificação dos dados físicos de produção, nos relatórios mensais dos projetos.

ATIVIDADE	UNIDADE/ABREVIATURA
Análise Bibliográfica	Artigo/Art.
Interpretação de Imagens de Sensoramento Remoto	Km <sup>2</sup>
Fotointerpretação - Escala:	Km <sup>2</sup>
Implantação de apoio logístico	%
Abertura de Picadas	Km
Levantamento Topográfico - Escala:	Km <sup>2</sup>
Afloramentos Estudados	Afloramento/Afl.
Amostras Coletadas - Rochas	Amostra/Amt.
Amostras Coletadas - Minérios	Amostra/Amt.
Amostras Coletadas - Gossans/lateritas	Amostra/Amt.
Amostras Coletadas - Concentrados de Batéia	Amostra/Amt.
Amostras Coletadas - Sedimentos de Corrente	Amostra/Amt.
Amostras Coletadas - Solos	Amostra/Amt.
Amostras Remetidas ao Laboratório para Análise - Rochas	Amostra/Amt.
Amostras Remetidas ao Laboratório para Análise - Minérios	Amostra/Amt.
Amostras Remetidas ao Laboratório para Análise - Gossans/lateritas	Amostra/Amt.
Amostras Remetidas ao Laboratório para Análise - Concentrados de Batéia	Amostra/Amt.
Amostras Remetidas ao Laboratório para Análise - Sedimentos de Corrente	Amostra/Amt.

ATIVIDADE	UNIDADE/ABREVIATURA
Amostras Remetidas ao Laboratório para Análise - Solos	Amostra/Amt.
Interpretação de mapas geológicos - Escala:	Km <sup>2</sup>
Seleção de alvos	Alvo
Mapeamento Geológico - Escala:	Km <sup>2</sup>
Ocorrências Minerais Estudadas	Ocorrências/Ocor.
Prospecção Geoquímica - Meio Amostrado:	Km <sup>2</sup>
Prospecção Geofísica Terrestre/Quilometragem Linear - Método:	Km
Prospecção Geofísica Terrestre/Área - Método	Km <sup>2</sup>
Prospecção Geofísica Aérea - Método:	Km
Amostras Bateadas	Amostra/Amt.
Fichas de Geoquímica preenchidas	Amostra/Amt.
Abertura de Trincheiras/Metragem Linear	m
Abertura de Trincheiras/Volume	m <sup>3</sup>
Abertura de Trincheiras/Quantidade	Trincheira/Trin.
Abertura de Poços/Volume	m <sup>3</sup>
Abertura de Poços/Quantidade	Poço/Poço
Descrição de Trincheiras/Metragem Linear	m
Descrição de Trincheiras/Quantidade	Trincheira/Trin.
Descrição de Poços	Poço/Poço
Sondagem/Quantidade de Furos - Método:	Furo/Furo
Sondagem/Metragem - Método:	m
Descrição de Testemunhos/Metragem	m
Descrição de Testemunhos/Quantidade de Furos	Furo/Furo
Descrição de Amostras de Calha	Amostra/Amt.
Secções Elaboradas (escritório)	Secção/Sec.

ATIVIDADE	UNIDADE/ABREVIATURA
Ilustrações Gráficas, tabelas, etc. (Escritório)	Tabela/Tab.
Mapas Elaborados - Tipo e Escala:	Mapa/Mapa
Mapas Elaborados - Tipo e Escala:	Km <sup>2</sup>
Interpretação e consolidação de dados	%
Relatórios Concluídos - Tipo:	Relatório/Rel.

ANEXO X

QUADROS DA GITOLOGIA QUANTITATIVA  
DOS METAIS DO GRUPO DA PLATINA

METAIS DO GRUPO DA PLATINA  
 AMBIÊNCIAS GEOLÓGICAS E TIPOS DE DEPÓSITOS

ANEXO X

Quadro I

M. Farina/1988

CAT.	AMBIÊNCIAS TECTÔNICAS	TIPOS	
MAGMÁTICA	AMBIÊNCIAS INSTÁVEIS - ZONAS OROGÊNICAS ATIVAS ZONAS DE COLISÃO DE PLACAS	POSICIONAMENTO ANITECTÔNICO	I - Lavas, principalmente, e intrusões acamada das, frequentemente komatiíticas, em green stone belts
		POSICIONAMENTO SINTECTÔNICO	II - Intrusões máfico-ultramáficas com presença de anortositos
			III - Intrusões máfico-ultramáficas sinorogênicas
			IV - Ofiolitos
		POSICIONAMENTO TARDITECTÔNICO	V - Porphyry coppers
			VI - Complexos máfico-ultramáficos zonados com centricamente de natureza alcalina
	AMBIÊNCIAS RELATIVAMENTE ESTÁVEIS - ZONAS ANOROGENICAS OU CRATÔNICAS - ZONAS INTRAPLACAS	RIFTEAMENTO CONTINENTAL E RELACIONAMENTO COM DERRAMES DE BASALTOS DE PLATÔ	VII - Intrusões predominantemente de diabásios e gabros, geralmente acamadas
		INTRACONTINENTAL SEM RELAÇÃO COM BASALTOS DE PLATÔ	VIII - Intrusões alcalino-carbonatíticas em complexos anelares
			IX - Complexos intrusivos acamados de natureza máfico-ultramáfica
SEDIMENTAR	AMBIÊNCIAS RELATIVAMENTE ESTÁVEIS - ZONAS ANOROGENICAS OU CRATÔNICAS - ZONAS INTRAPLACAS	X - Folhelhos negros	
		XI - Plácers antigos	
		XII - Plácers atuais	
METAMÓRFICA	AMBIÊNCIAS INSTÁVEIS - ZONAS OROGÊNICAS ATIVAS - ZONAS DE COLISÃO DE PLACAS	XIII - Escarnitos	
		XIV - Veios quartzo-auríferos	
		XV - Meta-siltitos negros	



METAIS DO GRUPO DA PLATINA  
PRINCIPAIS MINAS, DEPÓSITOS E PROSPECTOS

Quadro II

M. Farina/1988

TIPOS	MINAS ATIVAS ALTAMENTE IMPORTANTES	MINAS ATIVAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA MENOR	OUTROS DEPÓSITOS E PROSPECTOS
I	1) Pechenga, Kola (URSS) 2) Monchegorsk, Kola (URSS)	1) Thompson, Manitoba (Canadá) 2) Kambalda (oeste da Austrália)	1) Ungava (Canadá) 2) Yakabindie (Canadá) 3) Langmir, Abitibi (Canadá) 4) Fortaleza de Minas (Minas Gerais) 5) Tróia (Ceará) ?
II			1) Caraíba, (Bahia) ?
III			1) Rana, Noruega
IV			1) Noroeste da China 2) South Island (Nova Zelândia)
V		1) Bingham, EUA	
VI			1) Nizhnetagilsk (URSS) 2) Kachkamar (URSS) 3) Salt Chuck (Alaska) 4) Terlamen (Canadá)
VII	Região de Norilsk (URSS): 1) Norilsk 2) Talmakh 3) Maiak 4) Taymir		1) Duluth (Minnesota, EUA) 2) Pilbara (NW da Austrália) 3) Mata da Corda (Minas Gerais)
VIII			
IX	1) Bushveld, Merensky (África do Sul) 2) Sudbury (Ontário, Canadá) 3) Stillwater (Montana, EUA)	1) Great Dyke (Rodésia) 2) UG-2, Bushveld (África do Sul)	1) Platreef, Bushveld (África do Sul) 2) Malopo (Bostwana) 3) Muskox (Canadá) 4) Yilgara (oeste da Austrália) 5) Lac des Iles (Canadá)
X			1) Kupferschiefer
XI		1) Witwatersrand (África do Sul)	
XII		1) Choco (Colômbia) 2) Urais (URSS) 3) Goodnews Bay (Alaska)	
XIII			1) Congo 2) Rio Grande do Norte
XIV			1) Diversos em Minas Gerais
XV			1) Serra Pelada (Pará)

METAIS DO GRUPO DA PLATINA  
ENSAIO SOBRE A GITOLOGIA QUANTITATIVA

Quadro III

M. Farina/1988

TIPOS	RESERVAS BÁSICAS MUNDIAIS...		PRODUÇÃO MUNDIAL	
	Em 10 <sup>3</sup> onças-troy	%	Em 10 <sup>3</sup> onças-troy	%
I	25.500	1,2	859	11
II				
III				
IV				
V	1.000	< 0,1	6	< 0,1
VI				
VII	170.000	8	2.900	37
VIII		< 0,1		< 0,1
IX	1.925.000	90,2	3.939	50
X				
XI	1.000	< 0,1	7	< 0,1
XII	12.450	0,6	157	2
XIII				
XIV				
XV				
TOTAIS	2.135.000	100	7.868	100

ANEXO XI

PLATINUM - INTERIM REVIEW

JOHNSON MATTEY, NOVEMBRO/1990

P L A T I N U M

I N T E R I M  
R E V I E W



Johnson Matthey

P L A T I N U M

**CONTENTS**

I N T E R I M

R E V I E W

**PRINCIPAL FEATURES** 2

**SUMMARY AND OUTLOOK** 3

Platinum  
Palladium  
Rhodium

**MINING** 7

South Africa  
North America

**PLATINUM** 10

Supply  
Demand  
Autocatalyst  
Jewellery  
Other Industries  
Investment  
Market Review

**PALLADIUM** 21

Supply  
Demand  
Market Review

**OTHER PLATINUM GROUP METALS** 25

Rhodium  
Ruthenium and Iridium

## PRINCIPAL FEATURES

*Demand for platinum in 1990 is expected to grow by 3.4 per cent to reach 3.6 million oz.*

*Supplies are set to grow at a faster rate to total 3.67 million oz. The resulting surplus in supply of 70,000 oz will be the first since 1984.*

*Autocatalyst demand will rise by 90,000 oz to 1.555 million oz. Consumption of platinum has grown in all regions except North America.*

*US emission standards are expected to tighten from 1994. EEC proposals for compulsory standards, based on current US levels, are considered too lax by the European Parliament.*

*Platinum recovered from scrapped autocatalysts is expected to be 215,000 oz, an increase of 40,000 oz.*

*Jewellery demand will rise by 45,000 oz to 1.35 million oz. The consumption of platinum for jewellery in Japan is expected to grow at a slower rate than in recent years.*

*Fabrication of platinum watches in Switzerland and platinum jewellery in the Far East has been boosted by demand for these products in Japan.*

*Industrial offtake is strong, particularly in the petroleum and petrochemical sectors. Demand across the range of industrial applications will be 795,000 oz, 105,000 oz up on 1989.*

*No net demand will arise from sales of platinum by the West to Eastern Europe and China due to release of platinum from industry stocks in these regions.*

*The torpor in precious metal investment continues. Demand has fallen for the second year running. At a total of 115,000 oz, it will be just 3 per cent of all demand.*

*Investors in Japan sold 500 gram and 1 kg bars in the first half of the year. Renewed buying has accompanied the recent low yen prices.*

*The decline of investment is reflected in lower turnover on NYMEX and TOCOM. But physical deliveries to TOCOM warehouses are expected to occur in the last quarter of 1990.*

*In South Africa, Impala announced plans to increase its output by 25 per cent by 1995. Rustenburg and Lebowa's Platreef venture is due into production in 1994.*

*USSR platinum sales, after an uncertain start, now look set to reach 580,000 oz, 30,000 oz more than in 1989.*

*The price of platinum weakened from an average of \$509 in 1989 to an average of \$488 in the first nine months of 1990. Fears of recession have recently been the most persuasive influence.*

*The palladium market has been tranquil. Demand is rising marginally, but supplies are expected to exceed it by 30,000 oz. Speculative interest in the metal has disappeared.*

*With rhodium supplies extremely tight early in 1990, strong demand drove the price to \$7,000 in July. Although conditions have eased, we still expect supplies to fall short of demand by 13,000 oz.*

## SUMMARY AND OUTLOOK

### PLATINUM

Western world demand for platinum in 1990 is expected to be 3.6 million oz, 120,000 oz higher than in 1989. It has continued to rise, but at a slower rate than last year, in the autocatalyst and jewellery sectors. General industrial demand has been boosted by purchases of platinum catalysts for petroleum refining and petrochemicals, but there will be a further weakening in consumption of platinum in coins and bars.

Supply is set to reach 3.67 million oz, thus exceeding demand by 70,000 oz. The growth is principally due to increased output from South Africa. USSR shipments began to increase in the second half of 1990 and now seem likely to reach a total of 580,000 oz. A little more platinum will be produced from North America.

The region most affected by the downturn in investment interest is Japan. However, the boom in domestic car sales will result in rising consumption of platinum in autocatalysts. The expansion of jewellery retail outlets has stimulated increased production of platinum jewellery to fill the distribution pipeline. Meanwhile, the petroleum refining industry in Japan has become a net buyer of platinum for the first time in five years. In total, demand in Japan is forecast to rise by 40,000 oz to reach 1.71 million oz.

Falling vehicle production in North America has reduced the demand for autocatalysts, but the chemical and petroleum industries have bought more platinum. In aggregate, North American demand has been stable. An increase in platinum recovered from scrapped autocatalysts puts net demand, at 865,000 oz, 30,000 oz lower than in 1989.

Western European offtake has grown from 605,000 oz to 660,000 oz on the back of the progressive increase in the numbers of cars built for sale in the EEC which are fitted with autocatalysts. Investment demand has been sustained by sales of tax-free bullion coins in Austria. Purchases by the

glass industry are, however, lower.

In the Rest of the World, demand will rise by 35 per cent to a record 365,000 oz. The principal driving force has been development of the industrial infrastructure in the Far East and South America. Jewellery fabrication has been further expanded to supply the Japanese market, while increased autocatalyst demand in South Korea corresponds to a surge in car sales there.

Eastern Europe and China have traditionally been net buyers of platinum from the West, but this year a large outflow of platinum from Eastern Europe has negated the sales made to the East. The change to a market economy in East Germany is forcing industry to rationalise and disband surplus platinum stocks. A similar pattern is likely in the rest of the region in due course.

During 1990 the platinum price has come under some pressure, and its premium to gold has narrowed substantially. The growing signs of a slowdown in many of the world's economies have led to predictions of weakening demand for platinum, since it is used predominantly for industrial purposes. The spate of announcements about increased production and new mining ventures in South Africa has also increased speculation that serious oversupply will develop in the mid 1990s. More recently, the Gulf crisis and the inflationary implications of high oil prices have threatened to tip the world into recession. Consequently, in the paper markets, the pressure has tended to come from the selling side. For the moment the more positive aspects of platinum are being ignored and may well continue to be in the short term. Physical demand for the metal, however, continues to be very firm.

There is no doubt that the economic outlook for the next year has become less certain. Demand for platinum in the glass, petroleum and chemical industries would clearly be weakened by a recession, while car production in the USA has fallen this year and may drop further in 1991. With over 85 per cent of platinum jewellery demand occurring in Japan, and a growing amount of

jewellery fabrication elsewhere directed towards supplying the Japanese market, the performance of the Japanese economy will be an important factor. So far, consumer spending has been immune to higher interest rates, but in the light of rising oil prices and weaker equity and land values, the rate of growth in demand is likely to slow.

Against this must be set platinum's vital role in autocatalysts and the worldwide drive towards more stringent emission limits. A realistic view of the future of Europe must include the prospect of the economic and political integration of some of the former Comecon nations with their western neighbours and as this proceeds, the adoption of environmental controls on motor vehicles in a regional car market which has been starved of supply and which has enormous potential for growth.

In the longer term, developments in frontier technologies will stimulate demand for platinum in electronic, catalytic and biomedical applications. There is a steady increase in interest in fuel cells as a virtually pollution-free energy source, and by 1993 the industry should be ready to commercialise some of its prototypes. The developing economies will need fresh production capacity in both new and traditional industrial applications for platinum to supply growing domestic demand.

Despite the more dubious near term prospects, we judge that by 1995 up to one million oz more platinum will be required by the auto, jewellery and miscellaneous other industries. South African production is being expanded to meet this demand. Rustenburg, Lebowa Platinum and Impala have all confirmed plans to increase output. We now have the possibility — at least on paper — of an

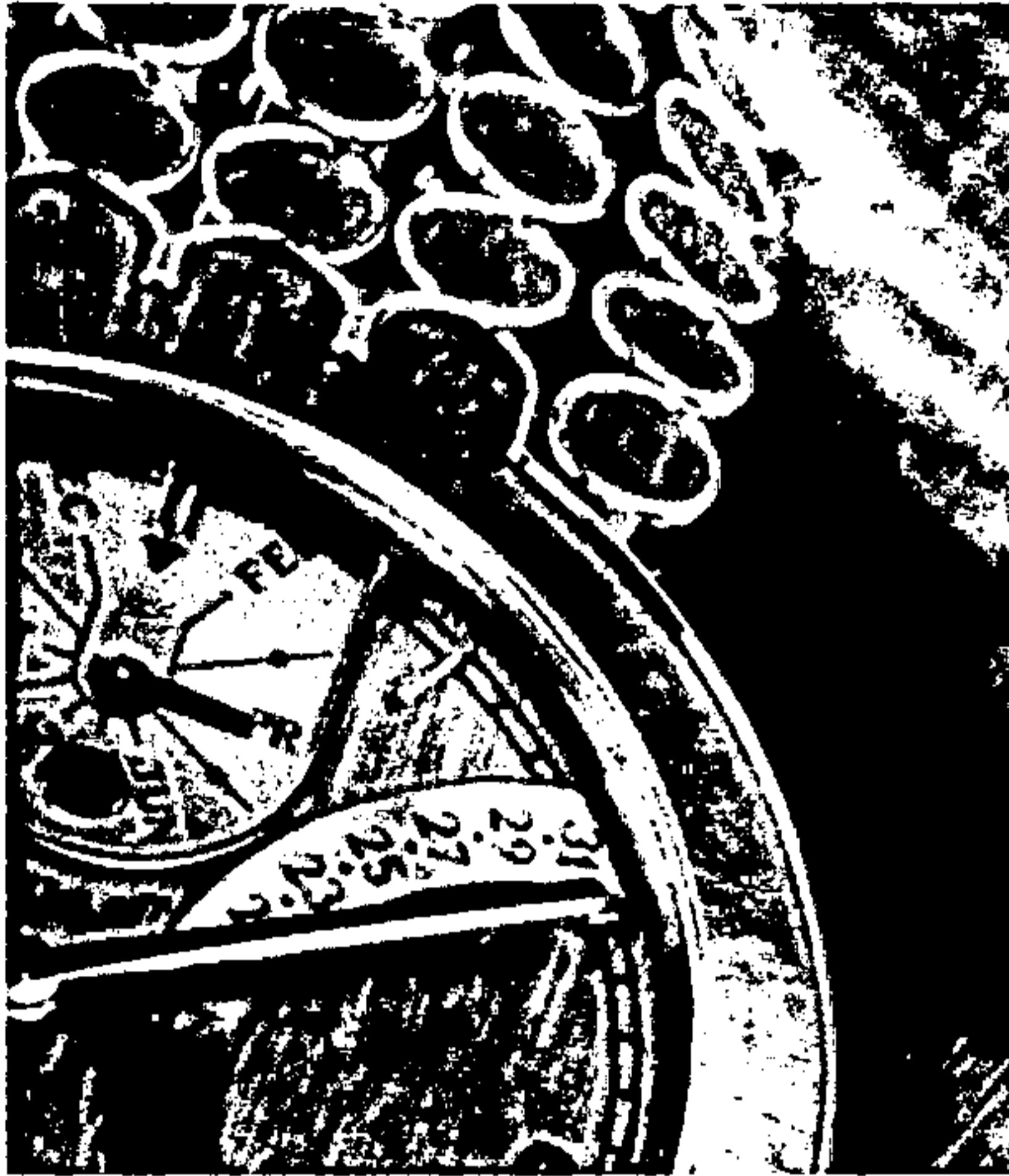
#### PLATINUM SUPPLY AND DEMAND: WESTERN WORLD

'000oz	1985	1986	1987	1988	1989	1990 PROJECTIONS
<b>Supply</b>						'000oz
South Africa	2,340	2,350	2,520	2,580	2,620	2,830
North America	150	150	140	210	195	200
Others	40	40	40	50	60	60
	2,530	2,540	2,700	2,840	2,875	3,090
USSR Sales	230	290	400	440	550	580
<b>TOTAL SUPPLY</b>	<b>2,760</b>	<b>2,830</b>	<b>3,100</b>	<b>3,280</b>	<b>3,425</b>	<b>3,670</b>
<b>Demand</b>						
<b>By Region</b>						
Western Europe	400	470	560	545	605	660
Japan	1,250	1,010	1,650	1,900	1,670	1,710
North America	1,010	1,190	900	865	895	865
Rest of Western World	170	170	180	310	270	365
	2,830	2,840	3,290	3,620	3,440	3,600
Western Sales to Eastern Europe/China	30	40	30	40	40	0
<b>TOTAL DEMAND</b>	<b>2,860</b>	<b>2,880</b>	<b>3,320</b>	<b>3,660</b>	<b>3,480</b>	<b>3,600</b>
Movements in Stocks	(100)	(50)	(220)	(380)	(55)	70
	2,760	2,830	3,100	3,280	3,425	3,670

*Our supply figures are estimates of sales by the mines of primary platinum. The demand estimates shown in this table are net figures, demand in each sector being total purchases by consumers less any sales back to the market. Thus, the annual totals represent the amount of primary metal that is acquired by consumers in any particular year.*

*Movements in stocks in a given year reflect changes in stocks held by other than primary refiners and final consumers, such as metal in the hands of fabricators, dealers, banks, and individuals. A positive figure indicates an increase in stocks; a negative figure indicates a rundown in stocks.*





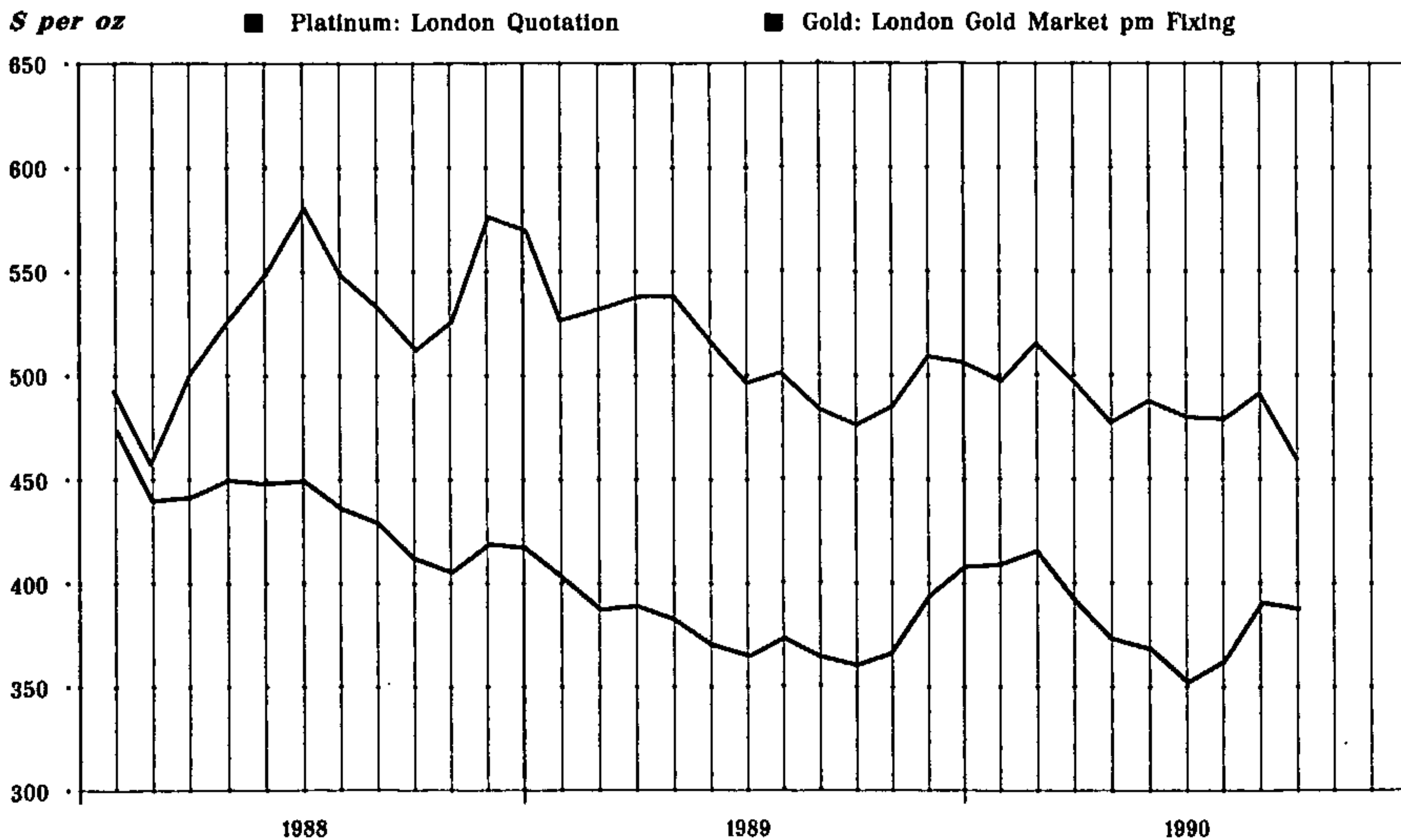
additional 1.3 million oz by mid-decade from these and other South African producers. There is no certainty that all the expansions will materialise, particularly if platinum prices remain depressed by weak market sentiment. A prolonged period of low prices would not only affect the mines' cash flows but also their ability to raise equity finance, since

the new prospects may appear to offer investors inadequate returns. While the USSR seems to have the resources to continue supplying platinum to the West at current levels, the increasingly chaotic social and economic conditions within the Soviet Union must raise a little unease about its reliability as a supplier.

We seem, nevertheless, to be entering a phase in which supply will grow faster than demand. The best measure of any imbalance will not be the price, because it is too often subject to short-term changes in sentiment. The cost of borrowing platinum from industrial or private stocks better reflects the degree of tightness in physical availability. At the end of 1988, a year of considerable shortfall in supply, lease rates exceeded 10 per cent; this stirred holders of idle platinum to generate revenue by lending metal into the market. Rates have since gradually declined to their present level of 4 per cent as market liquidity has been fed by the growth in primary supplies and the increasing number of lenders.

In Platinum 1990 we forecast that the platinum price would fluctuate between \$470 and \$520 during 1990, and until September this was by and large correct. Now the price has shifted to a new trading range. Its floor should be determined by investment buying in Japan at prices below 2,000 yen per gram. The price could be volatile on the upside depending on events in the Gulf but may be periodically

Monthly Average Prices of Platinum and Gold Jan 1988 - Sep 1990



repressed by pessimistic market sentiment. So, during the next six months, we would expect to see platinum trading between \$400 and \$475.

## PALLADIUM

Demand is expected to rise marginally to 3.345 million oz in 1990. Purchases by the electronics industry, which accounts for about half of total demand, remain at the 1989 level. The continuing trend to thrift the palladium in electronic components has been counterbalanced by increases in their production, and the decline in consumption of palladium that we forecast in our last Review has not taken place. Increased demand is likely for the production of dental alloys in Japan, for chemical process catalysts in the Far East, and for autocatalysts in North America. Purchases by the North American petroleum industry have fallen this year.

Supply from South Africa is rising in line with platinum output and we expect a slightly higher

level of shipments from the USSR. At 3.375 million oz, demand is set to exceed supply by 30,000 oz.

The price has shown little of the volatility of 1989, when the apparent achievement of cold nuclear fusion stimulated speculative activity in palladium. Its gradual decline to below \$100 at the end of September 1990 bears witness to the absence of investor interest this year and the lack of any serious pressure on supplies.

## RHODIUM

Rhodium has been under the sway of real market fundamentals. Restricted supplies of primary and secondary metal alike have been reflected in the dramatic increase in the market price from \$1,270 in November 1989 to \$5,250 at the end of September 1990. Supplies are set to grow by 46,000 oz, to 373,000 oz. They will be outstripped by offtake of 386,000 oz, some of which has been acquired by industry to build a strategic reserve of stocks. This will leave the rhodium market in deficit by 13,000 oz.

### PALLADIUM SUPPLY AND DEMAND: WESTERN WORLD JM

'000oz	1985	1986	1987	1988	1989	1990 PROJECTIONS
<b>Supply</b>						'000oz
South Africa	1,010	1,040	1,090	1,105	1,150	1,250
North America	190	190	190	370	375	395
Others	90	90	90	70	60	70
	1,290	1,320	1,370	1,545	1,585	1,715
USSR Sales	1,440	1,600	1,790	1,770	1,650	1,660
<b>TOTAL SUPPLY</b>	<b>2,730</b>	<b>2,920</b>	<b>3,160</b>	<b>3,315</b>	<b>3,235</b>	<b>3,375</b>
<b>Demand</b>						
<b>By Region</b>						
Western Europe	520	540	550	605	585	575
Japan	1,080	1,230	1,430	1,535	1,515	1,520
North America	940	965	1,035	1,020	1,070	1,055
Rest of Western World	200	175	170	165	160	195
<b>TOTAL DEMAND</b>	<b>2,740</b>	<b>2,910</b>	<b>3,185</b>	<b>3,325</b>	<b>3,330</b>	<b>3,345</b>
Movements in Stocks	(10)	10	(25)	(10)	(95)	30
	2,730	2,920	3,160	3,315	3,235	3,375

*Our supply figures are estimates of sales by the mines of primary palladium. The demand estimates shown in this table are net figures, demand in each sector being total purchases by consumers less any sales back to the market. Thus, the annual totals represent the amount of primary metal that is acquired by consumers in any particular year.*

*Movements in stocks in a given year reflect changes in stocks held by other than primary refiners and final consumers, such as metal in the hands of fabricators, dealers, banks, and individuals. A positive figure indicates an increase in stocks; a negative figure indicates a rundown in stocks.*

## MINING

### SOUTH AFRICA

#### RUSTENBURG PLATINUM MINES

In the financial year ending 30 June 1990, Rustenburg's sales revenues increased marginally to R2.94 billion in the face of generally lower dollar commodity prices and the stable rand. This was outweighed by a 12.6 per cent increase in the cost of sales. After accounting for capital expenditure and investment income, profit before tax was R1.23 billion, down from R1.44 billion in the previous twelve months.

The first phase of the expansion programme announced by Rustenburg in April 1990 was due on stream in October with the mining of an additional 30,000 tonnes of UG2 reef per month at Union section. A programme to increase output from the Amandelbult section by 140,000 tonnes per month by mid-1992 is underway.

At the end of September 1990 Rustenburg and Lebowa Platinum jointly announced their decision to proceed with the development of a mine on the Platreef near Potgietersrus. At an estimated capital cost of R789 million in June 1990 terms, to be shared between the partners, the mine will reach full production of 200,000 tonnes per month by 1994.

We estimate that these three expansions will, in aggregate, contribute approximately 200,000 oz to the output of refined platinum attributable to Rustenburg by the middle of this decade. Financing them should not be a problem for Rustenburg; at the end of June 1990 the company's monetary assets were R1.35 billion.

Late in 1989 problems at Rustenburg's precious metal refinery in Bophuthatswana constricted the flow of newly refined pgm to the market. Rhodium availability was particularly affected. By the time of writing, the operation of the refinery was reported to be approaching design parameters, and reduction of the backlog of semi-refined materials created when output fell was expected.

#### LEBOWA PLATINUM MINES

A 13.1 per cent increase in sales revenues in the year to 30 June 1990 was more than balanced by higher costs and capital expenditure and lower investment income, leaving pre-tax profit at 20.4 million, 29 per cent lower than in 1989.

Lebowa is in the process of expanding the Atok mine to a throughput of 70,000 tonnes per month, due to be achieved towards the end of 1990, on the way to a level of 100,000 tonnes per month in 1993. All the ore will be extracted from the Merensky Reef. By 1995, the output from Atok and the contribution from Lebowa's half share in the Platreef venture will provide around 200,000 oz of platinum per year.

A strike at Atok halted production for a week during May 1990. Militant attitudes adopted by a section of the workforce, which according to the company's annual report were motivated by other than the mere redress of industrial relations grievances, have continued to hinder the achievement of production targets. This is a salutary reminder that, in the present state of political flux in South Africa, unexpected disruptions in supply can and probably will occur from time to time.

#### IMPALA PLATINUM HOLDINGS

In its annual report, issued in August 1990, Impala made a number of announcements which have helped to dispel some of the reservations hitherto widely held about the long-term future of its mining operations.

With a candour unusual in the South African platinum industry, Impala revealed that its output of refined platinum in the financial year ending in June 1990 increased by 35,000 oz to 1.08 million oz, and that the current financial year's production will increase by a similar amount. These are higher levels of production than we had estimated for Impala in our last Review, and it has caused us to adjust our figure for supplies of platinum from South Africa in 1989.

Impala expects demand from the auto, jewellery and industrial sectors to increase by over 1 million oz between 1989 and 1995 (an assessment with which we would not disagree). It plans to maintain its share of the market by expanding production of platinum to 1.35 million oz during the next five years. An additional 45,000 oz will come from improved mining and metallurgical efficiencies at the existing operations, and 150,000 oz will be sourced by an expansion of UG2 mining on the current lease area. The balance of 75,000 oz will be contributed by the development of a new mine on the Messina properties in the north-eastern Bushveld, in which Impala has a 55 per cent holding. The first output of refined metal from Messina is expected late in 1993. Substantial additional funding will be needed to cater for all these expansions.

The incentive to reveal present and forecast production levels was the desire to improve Impala's stock market rating relative to Rustenburg. The report also addressed, among other concerns, the market's perception that its mining leases were insecure and that it lacked adequate reserves. Contracts executed with the Bafokeng tribe earlier this year confirm Impala's right to mine its existing lease area in Bophuthatswana and bestow on Impala the exclusive right to apply to mine the contiguous area known as the Deeps. The latter, in providing replacement tonnage as shallower ore reserves become exhausted, is expected to sustain the expanded level of production for 30 years. The tribe will gain from an increase in royalty receipts and the right to subscribe for up to 7 per cent of the equity of the Bophuthatswana mining operations, which Impala intends to float separately on the stock exchange.

Despite the increase in output last year, Impala's platinum and by-product turnover for the twelve months ending in June 1990, at R2.09 billion, was marginally lower than the corresponding figure for the previous financial year. Revenues contracted principally because of weaker rand prices for platinum and nickel; mining and refining costs rose by 16.7 per cent and total costs by 34 per cent to leave pre-tax profits at R846.3 million compared to R1.139 billion in the period to June 1989.

#### LONRHO SOUTH AFRICA

The Lonrho platinum group, comprising Western Platinum, Eastern Platinum and Karee, is expected to supply in the region of 100,000 oz of additional platinum to the market during 1990. The synergies between the Karee operation and the contiguous Western mine are being fully exploited, and Karee, after starting production in 1989 on a small scale, achieved its full milling rate of 150,000 tonnes per month in mid-1990. Eastern's 80,000 tonnes per month concentrator was commissioned in February

1990.

Lonrho's output has not been as high as expected due to some variance in ore grades at Karee and difficulties with oxidised ore at Eastern. To compensate, open pit mining has been extended. Further expansion of production is planned. The number 4 vertical shaft at Western is proceeding to schedule with final blasting due for completion in October 1990. The precious metal refinery near Johannesburg has been extended and work has begun on adding a new module to the base metal refinery.

#### BARPLATS MINES

The Crocodile River mine has been an example of the difficulties associated with bringing a new platinum mine onstream. A series of mining, metallurgical and engineering problems have affected production, and output of refined pgm in 1990 is likely to be considerably less than expected one year ago. Barplats did not achieve its first stage



milling capacity of 160,000 tonnes per month of UG2 ore until August 1990, five months behind schedule. Because of continuing difficulty in extracting sufficient ore from underground, the feed to the mills has been supplemented by material extracted from open pits at Crocodile River and elsewhere. We estimate that supply of platinum to the market in 1990 will be in the region of 60,000 oz.

As the lower than expected sales will have reduced the company's cash flow, new loans or even a further rights issue will be needed in 1991 to sustain development at Crocodile River and at Kennedy's Vale, Barplats' platinum prospect in the Eastern Transvaal. Barplats has begun sinking the

vertical shaft at Crocodile River which will reach a depth of 400 metres and will be used to increase production of ore to 250,000 tonnes per month by the end of 1992. Sinking and equipping the two shafts at Kennedy's Vale has continued throughout 1990.

#### **NORTHAM**

With the two deep vertical shafts now completed and commissioned, development at Northam has switched to establishing the mining layout and setting up surface processing plants prior to the start of mining in 1991-2. During the course of underground development at Northam, Gold Fields of South Africa has confirmed the extraordinary pgm grade of 10.1 g per tonne which will compensate for the working depth of up to two kilometres below surface. A rights issue held in May 1990 was 96 per cent subscribed and raised R625 million, which covers Northam's projected capital expenditure requirements until financial self-sufficiency is reached.

#### **[ NORTH AMERICA**

#### **STILLWATER MINING COMPANY**

The Stillwater mine in Montana is a partnership between Manville Corporation and Chevron Resources Co. In April Manville announced a

decision to sell its half share in the mine and invited bids from interested parties. Its partner was considered an unlikely bidder until in July Chevron announced a restructuring in which the company would concentrate on just three core businesses, one of them Stillwater. Bids were due to be submitted in October, with Chevron having the right to match the best one. Production at the mine has stabilised at around 50,000 oz platinum and 175,000 oz palladium per year, with the concentrator matte now being treated at Stillwater's own smelter in Montana which began operating in July 1990.

#### **MADELEINE MINES**

This palladium project at Lac des Iles near Thunder Bay in Ontario has been brought closer to completion. The open pit has been delineated and the ore crusher and concentrator plant assembled with the capacity to process 3,000 tons of ore per day. By the end of September 1990 the crushers were reported to be in operation to create an ore stockpile prior to the start-up of the milling circuit. Concentrates from the mill are due to be toll-smelted and -refined. Projected annual output is around 100,000 oz palladium and 15,000 oz platinum, with a little rhodium. The exact timing of the first metal output has yet to be determined, but no refined metal will be available to the market until 1991 at the earliest.

ANEXO XII

PLATINA - PROTEGENDO O MEIO AMBIENTE

TRADUÇÃO DE ARTIGO DE JOHNSON MATTEY

MAIO/1990

**PLATINA - PROTEGENDO O  
MEIO AMBIENTE**

SUPAMI/1990

Tradução de:

Fernando de Britto Dantas  
Assistente/SUPAMI

Platinum - Protecting the environment

In: PLATINUM - Johnson Mathey, 1990

## PLATINA - PROTEGENDO O MEIO AMBIENTE

Nosso objetivo neste artigo é mostrar e ilustrar a ampla variedade de aplicações em que a platina protege o meio ambiente. A conscientização pública sobre meio ambiente e poluição tem aumentado em tal extensão que frases como "efeito estufa", "aquecimento da terra" e "depleção do ozônio" são agora termos comumente usados na língua inglesa. A platina é, naturalmente, bem conhecida pelo seu papel como catalisador para a eliminação de muitos dos poluentes produzidos pelos automóveis, e por essa razão é frequentemente chamada de metal "verde". Todavia, além de preservar a qualidade do ar, as propriedades catalisadoras da platina prometem trazer benefícios adicionais para o meio ambiente se e quando a legislação for aperfeiçoada para satisfazer as necessidades do nosso planeta.

### CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A POLUIÇÃO

A conscientização sobre a poluição do ar desenvolveu-se primeiramente em áreas industriais (ou próximo a elas) e cidades onde gases e finas partículas de fumaça emitidas por fábricas, termelétricas e motores de veículos resultam em desconforto e irritação e têm efeitos adversos sobre a saúde humana. Ao terrível "smog" que afetou Londres nos anos 50 e 60 atribuiu-se a morte de milhares de pessoas antes que a legislação para restringir a fumaça e as emissões de dióxido de enxofre resolvessem o problema.

Mais tarde tornou-se evidente que os efeitos da poluição estavam se espalhando além do meio ambiente local. Em 1967, um cientista sueco, Svante Oden, reportou um aumento de casos de precipitação pluvial ácida. Com o aumento da pesquisa sobre o fenômeno, o termo "chuva ácida" foi usado para descrever a precipitação que causa danos a lagos, rios, florestas e edifícios.

Mais recentemente, pela metade dos anos 70, reconheceu-se que o rápido crescimento na atividade econômica mundial estava tendo um impacto ainda mais distante, na camada superior da atmosfera, e que seus efeitos poderiam ser sentidos pelas futuras gerações. Muitos cientistas têm advertido que a acumulação de gases "da estu



fa", aqueles que agem como uma barreira impedindo a radiação infravermelha de escapar da atmosfera, está levando ao aquecimento do nosso planeta.

Talvez a mais importante observação, que revelou, de maneira conclusiva, as consequências das atividades do homem sobre o meio ambiente, foi feita em 1987. No que se tornou conhecido como a "Experiência do Ozônio do Ar na Antártica", cientistas da NASA concluíram que um "buraco" tinha se desenvolvido na camada de ozônio na estratosfera. O ozônio a grande altitude é uma barreira protegendo a Terra dos raios ultravioletas do sol. O buraco, do tamanho da América do Norte, teria sido causado quase inteiramente por substâncias químicas fabricadas pelo homem. Esta descoberta, mais que qualquer das anteriores, chamou a atenção para o problema da deterioração ambiental e aumentou o reconhecimento dos problemas do meio ambiente entre políticos, meios de comunicação e o público em geral.

#### CHUVA ÁCIDA

Os principais componentes da chuva ácida são dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) e óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ) que são emitidos quando combustíveis fósseis, tais como carvão ou petróleo, são queimados. Os gases são quimicamente transformados na atmosfera, e então voltam à terra como ácido nítrico ou ácido sulfúrico. A chuva ácida tem sido associada com a morte de florestas na Europa Setentrional e Central e no Canadá, danos a edifícios e à vegetação e acidificação de água doce. As principais fontes dos causadores da chuva ácida são usinas termelétricas e veículos motorizados.

#### "SMOG" FOTOQUÍMICO

O "smog" fotoquímico resulta de óxidos de nitrogênio reagindo com oxigênio na presença da luz do sol para produzir ozônio ( $O_3$ ), que continua a reagir com hidrocarbonetos na atmosfera para produzir "smog". O "smog" fotoquímico apareceu primeiro em Los Angeles e é encontrado agora em diversas cidades norte-americanas e japonesas. Embora o ozônio seja essencial na camada superior da atmosfera (estratosfera) para proteger a Terra da radiação ultravioleta, ele causa danos no nível inferior (troposfera). Efeitos sobre a saú

de causados pelo ozônio que existe na troposfera incluem irritação ocular, tosse e desconforto no peito, dores de cabeça, aumento de ataques de asma e outros problemas respiratórios. Numerosos estudos têm também demonstrado que a poluição fotoquímica pode causar danos em ecossistemas florestais e afetar o crescimento de certas colheitas. Dados europeus sobre o ozônio na troposfera mostram que sua concentração dobrou nos últimos 100 anos.

### O EFEITO ESTUFA

O efeito estufa é causado pelos assim chamados "gases da estufa", que bloqueiam a atmosfera terrestre impedindo os raios infravermelhos de escapar e causando um aquecimento gradual do clima. Importantes gases da estufa são dióxido de carbono, clorofluorcarbonos, metano, ozônio, óxido nitroso ( $N_2O$ ) e outros óxidos de nitrogênio. De uma maneira global, a concentração de cada um desses gases tem aumentado nos anos recentes.

GASES DA ESTUFA	DIÓXIDO DE CARBONO ( $CO_2$ )	METANO ( $CH_4$ )	CFCs E HALONS	OZÔNIO TROPOSFÉRICO ( $O_3$ )	ÓXIDO NITROSO ( $N_2O$ )
Aumento Anual Global	0,5%	1%	6%	2%	0,4%
Vida	7 anos	10 anos	110 anos	Renovável	170 anos
Força em Relação ao $CO_2$	1	30	20.000	2.000	150
Contribuição para o Efeito "Greenhouse"	50%	18%	14%	12%	6%

Fonte: Financial Times

Projeções mostram que, ao longo dos próximos cinquenta anos, a crescente concentração de ozônio troposférico e outros gases da estufa poderia resultar em um aumento na temperatura média mundial de 1,5 a 4,5 graus centígrados. Mudanças que poderiam acompanhar este aumento de temperatura incluem resfriamento da estr

tosfera, aumento na precipitação pluvial mundial média, redução do gelo nos mares e aumento no nível mundial médio dos mares.

Acredita-se que o monóxido de carbono (CO) também desempenha um papel importante no aquecimento da Terra – embora ele não seja um gás da estufa propriamente dito – porque pode causar maiores concentrações atmosféricas de ozônio e metano. O radical hidroxila (OH) agiria como um coletor para poluentes tais como metano, CO<sub>2</sub>, ozônio e NO; entretanto, o monóxido de carbono reage rapidamente com o radical hidroxila, destruindo sua capacidade para eliminar outros poluentes. A concentração média de CO na troposfera está aumentando a uma razão entre 0,8% a 1,4% por ano. O monóxido de carbono é também um veneno, é claro, e é especialmente nocivo para pessoas com problemas cardiovasculares.

Desde que as emissões de clorofluorcarbonos, hidrocarbonetos, monóxido de carbono, dióxido de carbono e NO<sub>x</sub> mostraram ter efeitos prejudiciais à saúde humana e sobre rios, lagos e vegetação; e desde que elas são também consideradas responsáveis por modificações climáticas, é importante que as emissões desses gases sejam minimizadas.

As emissões decorrentes do funcionamento de veículos motorizados são consideradas como geradores de mais poluição que qualquer outra atividade humana. A OECD, em 1987, concluiu que veículos rodoviários foram responsáveis por entre 50% e 70% das emissões de NO<sub>x</sub> e por cerca de 50% das de hidrocarbonetos nos países europeus da OECD.

Os veículos motorizados são também considerados responsáveis pela emissão de mais de 25% de dióxido de carbono no mundo. O dióxido de carbono é produzido sempre que combustíveis fósseis são queimados, e o transporte responde por quase um terço do consumo mundial de energia. Não há solução técnica simples para o problema do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>; a melhor solução que existe no momento é simplesmente reduzir o consumo de combustíveis fósseis através da melhoria da eficiência e, conseqüentemente, conservando energia.

## CATALISADORES PARA AUTOMÓVEIS

Por mais de 20 anos, catalisadores contendo três dos metais do grupo da platina - platina, paládio e ródio - aplicados sobre uma superfície cerâmica ou sobre um suporte metálico têm sido o método preferido para reduzir emissões de CO, HC e NO<sub>x</sub> de veículos onde rígida legislação controlando essas emissões está em vigor.

O primeiro tipo de catalisador introduzido foi o do tipo oxidante, que permite virtualmente eliminar emissões de hidrocarbonetos e monóxido de carbono em veículos. O catalisador contém platina e/ou paládio que oxida cataliticamente moléculas de hidrocarbonetos e de monóxido de carbono, transformando-as em dióxido de carbono e vapor d'água. A tecnologia dos catalisadores de oxidação foi a primeira que mostrou ser capaz de satisfazer as exigências da Lei Americana do Ar Limpo (US Clean Air Act) aplicadas aos automóveis em 1975.

Catalisadores tríplexes são assim chamados por causa de sua capacidade de abaixar simultaneamente três tipos de emissões - de hidrocarbonetos, monóxido de carbono e NO<sub>x</sub>. Esses catalisadores foram inicialmente introduzidos nos Estados Unidos em 1977, e subsequentemente foram largamente usados à proporção que os limites para emissões de NO<sub>x</sub> têm se tornado mais rígidos. Os catalisadores tríplexes contêm platina e/ou paládio e ródio. Se a relação entre o ar e o combustível que entram em um motor for cuidadosamente controlada, é possível para o NO<sub>x</sub> contido no gás de escapamento desse motor agir como agente oxidante para a combustão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos. O NO<sub>x</sub> perde seu oxigênio, transformando-se em nitrogênio, enquanto que CO e HC são oxidados para formar dióxido de carbono e água.

Para obter essa reação é necessário ajustar o motor até o seu ponto estequiométrico, que é o ponto no qual há exatamente a quantidade certa de oxigênio proveniente do ar para queimar o combustível. Isto é próximo ao ponto em que o motor está trabalhando à potência máxima. O controle necessário é conseguido usando-se, no sistema de exaustão, dispositivos de realimentação revestidos de platina conhecidos como sensores Lambda. Um catalisador tríplex operando dessa maneira pode eliminar mais de 90% das emissões de hidrocarbonetos, monóxido de carbono e NO<sub>x</sub> provenientes de um veícu

lo.

### A IMPORTÂNCIA DOS CATALISADORES PARA AUTOMÓVEIS

A utilização de catalisadores para automóveis nos Estados Unidos conteve o crescimento de emissões nocivas a despeito do aumento do número de veículos e da maior quilometragem percorrida. Os níveis de monóxido de carbono caíram 33% entre 1975 e 1983, enquanto que os níveis de  $\text{NO}_x$  (em relação aos quais os veículos motorizados são responsáveis por 40% nos Estados Unidos) aumentaram no período 1975-1979, e então decresceram até 1983.

A capacidade dos catalisadores para automóveis para continuar a reduzir as emissões de  $\text{CO}$ ,  $\text{HC}$  e  $\text{NO}_x$  em todo o mundo tem sido investigada pelo Departamento Americano de Proteção Ambiental. Um modelo de computador foi usado para prever o efeito de melhoramento no controle das emissões de veículos motorizados. Previsões foram feitas sobre o número total de carros em todo o mundo e sobre a provável legislação para o controle de emissões que estaria em vigor em cada parte do mundo em cada instante de tempo. Previu-se que o número total de carros em todo o mundo aumentaria de 375 milhões em 1985 para 489 milhões no ano 2000 e para mais de 839 milhões no ano 2030. Concluiu-se que a única possibilidade que poderia conter o aumento do número de carros e reduzir de fato as emissões de  $\text{HC}$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{NO}_x$  em 2030 seria se padrões equivalentes aos vigentes nos Estados Unidos em 1983 fossem estabelecidos em todo o mundo e catalisadores fossem instalados em todos os veículos.

Os catalisadores não podem controlar a emissão de dióxido de carbono dos veículos movidos a gasolina. Essas emissões somente podem ser reduzidas queimando-se menos combustível, isto é, aumentando a eficiência de combustão. A conferência de 1988 em Toronto sobre o aquecimento mundial concluiu que as emissões de  $\text{CO}_2$  devem ser reduzidas em 20 por cento nos próximos 15 anos para diminuir o aquecimento global. A longo prazo, reduções de aproximadamente 50 por cento das atuais taxas de emissões parecem ser necessárias para estabilizar o clima. Isto significa que os níveis de eficiência de combustão para carros movidos a gasolina necessitariam aproximar-se de 60 milhas por galão (mpg) no ano 2000 e de 125 mpg no ano 2030. Portanto, agora pode ser o momento de procurar novos métodos

para aumentar nossa eficiência energética.

### CÉLULAS ENERGÉTICAS

Células energéticas são geradores de energia que convertem diretamente a energia química de um combustível em energia elétrica. Elas são essencialmente baterias com combustível fornecido externamente, pelo que a produção de energia pode ser contínua e, diferentemente de baterias, não descarregam nem necessitam recarga. O combustível usado é normalmente hidrogênio proveniente de hidrocarbonetos. O ar é também necessário para a oxidação do combustível. Uma reação eletroquímica tem lugar dentro da célula energética, catalisada por um eletrodo metálico ativo tal como platina. A reação básica é a combinação de ions de hidrogênio e oxigênio para produzir água, energia elétrica e calor.

Tem sido dito que um bom título para a história da eletricidade poderia ser "101 Maneiras para Ferver Água". Uma célula energética é diferente de outros geradores elétricos. Ela produz energia diretamente da energia química do combustível; portanto, não há necessidade de ferver água, produzir vapor ou usar turbinas para converter calor em trabalho. Isto significa que as células energéticas não são limitadas pelas inevitáveis ineficiências termodinâmicas que a natureza impõe sempre, que energia térmica é convertida em energia mecânica (ciclo de Carnot). Consequentemente, elas são potencialmente muito mais eficientes do que motores convencionais. A eficiência total para geradores convencionais para o fornecimento nacional de energia está ao redor de 30 a 35 por cento; uma célula energética operando ao nível de 4,5 megawatts tem uma eficiência provada de 37 por cento e uma eficiência prevista da ordem de 46 por cento. No caso de utilização em transportes, estudos demonstraram que as células energéticas têm potencial para aproximadamente dobrar a eficiência de combustão em um veículo.

O hidrogênio requerido como combustível é usualmente fornecido por hidrocarbonetos tais como metano, metanol ou etanol. A longo prazo, há a possibilidade de que carvão ou petróleo possam também ser usados como fontes de hidrogênio. Benefícios ambientais surgem porque as células energéticas usam combustíveis de hidrocarbonetos mais eficientemente do que os motores convencionais, e mais bai

o consumo de combustível reduz as emissões de dióxido de carbono. Emissões de  $\text{NO}_x$  são virtualmente eliminadas quando o combustível é consumido em uma reação eletroquímica em vez de ser queimado; de fato, emissões de  $\text{NO}_x$  de células energéticas, cerca de 5 partes por milhão, são ordens de grandeza mais baixas do que emissões dos sistemas convencionais.

Células energéticas são também boas para o meio ambiente local. Elas não têm partes móveis; assim, são praticamente silenciosas e não vibram. A água produzida da combinação de hidrogênio e oxigênio pode ser usada no sistema de refrigeração das células energéticas; assim, raramente há necessidade para refrigeração adicional. Como resultado, células energéticas podem ser localizadas em muitos pontos onde não seria permitido instalar outros tipos de geradores. Já temos visto células energéticas localizadas no teto de edifícios e dentro de cidades. Sendo instaladas próximo ao consumidor, as perdas de transmissão são reduzidas e, portanto, mais energia é conservada; e o calor gerado na reação na célula energética pode ser aproveitado num sistema de aquecimento local em vez de ser desperdiçado.

A platina é um componente essencial em três tipos de célula energética: a célula energética de ácido fosfórico, a célula energética com eletrólito de polímero sólido e a célula energética alcalina. As células energéticas de ácido fosfórico (PAFC) são as que estão mais próximas de serem comercializadas, após testes em quarenta plantas de 40 KW de potência nos Estados Unidos no começo dos anos 80 e uma unidade piloto de 4,8 MW no Japão em 1986. Plantas experimentais de PAFC são planejadas nos Estados Unidos, Japão, Itália, Holanda, Noruega, Suécia e Tailândia nos próximos anos e companhias americanas e japonesas querem comercializar a tecnologia na metade dos anos 90. Aplicações sugeridas são geradores combinados de calor e energia, bem como capacidade adicional para sistemas elétricos e, possivelmente, transporte.

### VELAS DE IGNIÇÃO

O amplo uso de células energéticas para mover veículos movidos a eletricidade permanece uma possibilidade a longo prazo. Há, entretanto, outra aplicação para minerais do grupo da platina no se

tor de transportes que já tem sido comercializada, e que traz certamente benefícios ambientais. É o uso de velas de ignição contendo metais do grupo da platina (mcp).

A platina tem sido usada como material para velas de ignição de automóveis desde os anos 20, e a liga então usada, platina-tungstênio-tório, continua a ser usada em aplicações militares e na aviação. Recentemente, entretanto, grandes companhias fabricantes de peças para automóveis têm estado investigando uma maior utilização de velas de ignição com terminais de pgm que oferecem maior vida útil, melhoram a partida em tempo frio, proporcionam boa ignição quando a bateria está fraca, e grande confiabilidade. Do ponto de vista ambiental, o importante é a grande confiabilidade. Ao reduzir a chance de falhas, a economia de combustível é aumentada e as emissões de combustível não queimado são reduzidas. Adicionalmente, falhas na combustão dos motores podem ter um efeito prejudicial na vida dos catalisadores; portanto, velas de ignição com terminais de platina podem também proteger o meio ambiente ao prevenir a redução na performance dos catalisadores.

Tal como os catalisadores, velas de ignição com terminais de platina necessitam de combustível isento de chumbo para operar eficientemente. A crescente disponibilidade de combustíveis sem chumbo aumenta o mercado potencial para essas velas. Velas com ligas de ouro e paládio já são usadas em carros com motores de grande performance, e diversos fabricantes estão planejando introduzir velas de ignição com terminais de platina tanto para reposição como no equipamento original de carros.

#### FONTES ESTACIONÁRIAS DE POLUIÇÃO

No capítulo sobre catalisadores para automóveis foi explicado como catalisadores contendo pgm podem controlar efetivamente emissões de  $\text{NO}_x$  provenientes de veículos motorizados. Entretanto, fontes móveis são responsáveis por somente metade do  $\text{NO}_x$  total produzido mundialmente. Dados americanos têm mostrado que os maiores poluidores são caldeiras de termelétricas, caldeiras industriais em geral e motores de combustão de movimento alternado.

Uma estratégia de controle diferente daquela usada para



fontes móveis é frequentemente necessária para fontes estacionárias, porque altos níveis de oxigênio no gás de chaminé impedem o uso de catalisadores triplícies. Emissões de  $\text{NO}_x$  podem ser minimizadas queimando-se o combustível a uma temperatura mais baixa; assim, menor volume do nitrogênio existente no ar usado para combustão é convertido em  $\text{NO}_x$ . Também se pode fazer a desnitrificação do gás de chaminé, isto é, tratar o gás após a combustão.

Modificar a temperatura de combustão é normalmente o primeiro passo. Uma câmara de combustão com um catalisador de platina usada em lugar de uma câmara de combustão a chama tem demonstrado poder reduzir a formação de  $\text{NO}_x$  de maneira significativa. Estes queimadores estão começando a ser introduzidos comercialmente e têm aplicação potencial em caldeiras domésticas e aquecedores à proporção que a preocupação sobre a "poluição interna" aumenta. Entretanto, esta tecnologia está ainda em desenvolvimento e um problema é que geralmente não é possível introduzir câmaras de combustão com catalisador em lugar daquelas a chama nos equipamentos já existentes. A redução máxima na emissão de  $\text{NO}_x$  atribuída a estes queimadores é de 60 a 70 por cento. Se maiores níveis de redução de  $\text{NO}_x$  são necessários para cumprir legislação mais severa, como ocorreu no Japão durante alguns anos, então se tornará necessário utilizar a desnitrificação do gás de chaminé.

Há vários métodos pelos quais se pode desnitrificar o gás de chaminé, que incluem redução com catalisador, limpeza química a úmido, absorção em um sólido e irradiação de um feixe de elétrons. Desses, a redução com catalisador tem mostrado ser a opção disponível mais efetiva no que se refere a custos.

Redução com catalisador não seletiva (NSCR), ou De- $\text{NO}_x$ , é o mesmo mecanismo que é usado em catalisadores triplícies em carros, onde o  $\text{NO}_x$  é reduzido usando-se hidrocarbonetos ou monóxido de carbono como agentes redutores, estando o oxigênio ausente no fluxo de alimentação. Este processo é também usado comercialmente em muitas fábricas de ácido nítrico para tratar gases de rejeito. Catalisadores de platina ou paládio montados em estruturas em forma de favos, "pellets" de alumina ou tiras de ligas de níquel têm sido instalados em fábricas na Europa, América do Norte e Japão. Os catalisadores têm diminuído com sucesso emissões de  $\text{NO}_x$ , reduzido a chuva

ácida, e descolorizado a característica fumaça pardo-avermelhada que costuma sair das chaminés de fábricas de ácido nítrico.

Em contraste, a redução seletiva com catalisador (SCR) tem uma gama muito mais ampla de aplicações potenciais, que incluem tratamento de gás de chaminé de caldeiras e purificação do escapamento de turbinas a gás. A principal vantagem da SCR é que ela pode ser usada sob condições de oxidação. Para reduzir o  $\text{NO}_x$  sob estas condições, um agente redutor, tal como amônia, deve ser adicionado ao fluxo de gás. Tanto catalisadores de metais do grupo da platina quanto catalisadores de metais básicos podem ser usados no processo SCR, convertendo  $\text{NO}_x$  e amônia em nitrogênio e água.

#### TRATANDO COM GASES DE ESCAPAMENTO DE MOTORES A DIESEL

Motores Diesel são, em muitos aspectos, menos danosos ao meio ambiente do que motores com ignição a centelha. As concentrações de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos presentes nos gases de escapamento de motores Diesel são substancialmente menores do que aquelas produzidas por motores com ignição a centelha. Além disso, motores Diesel usam combustível de forma mais econômica, e portanto produzem menos dióxido de carbono. Entretanto, gases de escapamento Diesel contêm materiais pulverizados, partículas de carbono que podem ser cobertas com compostos orgânicos, que aparecem no escapamento como fumaça. Como estas emissões são visíveis elas têm sido por longo tempo consideradas somente como um incômodo, mas recentemente tem sido reconhecido que algumas das partículas emitidas podem ser biologicamente ativas.

Mudanças no desenho do motor e na composição do óleo lubrificante e do combustível podem contribuir para uma redução nas partículas e outras emissões de motores Diesel. A incorporação de catalisadores de oxidação baseados em metais do grupo da platina no sistema de escapamento pode ser usada para uma redução adicional de partículas de carbono, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e odores associados a Diesel do escapamento. Sistemas de catalisadores têm sido desenvolvidos para motores Diesel que podem ter uma estrutura cerâmica como suporte ou tomar a forma de uma rede de arame de aço inoxidável revestida por uma delgada camada de catalisador de metais do grupo da platina. Estes sistemas de catalisadores são nor

malmente usados em motores Diesel que operam em espaços confinados, tais como empilhadeiras movidas a Diesel ou geradores de energia elétrica auxiliares. Estão também começando a ser usados em veículos rodoviários a Diesel.

### COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

Até agora neste trabalho temo-nos concentrado nos métodos em que metais do grupo da platina são usados para limitar a produção de gases da estufa e emissões nocivas. Compostos orgânicos voláteis (VOC) são também prejudiciais à atmosfera porque contribuem para a formação de ozônio troposférico. Elas também podem ter odores ofensivos ou desagradáveis e podem ser cancerígenos.

O caminho mais efetivo para assegurar a completa destruição de compostos orgânicos voláteis no gás efluente é a incineração, que pode ser realizada por aquecimento direto a chama em uma câmara de combustão a uma temperatura superior a 700°C. Entretanto, se um catalisador apropriado é incorporado ao sistema de incineração, a reação de oxidação pode ter lugar a temperaturas muito mais baixas e a uma velocidade muito maior. O catalisador geralmente usado é uma vez mais baseado em metais do grupo da platina, sobre um suporte de cerâmica ou de metal. O ar contaminado do sistema de escapamento é pré-aquecido à temperatura necessária para manter a reação de oxidação no leito catalisador. Os compostos orgânicos combustíveis no fluxo de escapamento reagem com o oxigênio na superfície catalisadora para produzir dióxido de carbono e vapor d'água. O ar limpo e quente passa de volta através de um trocador de calor onde 50 a 70 por cento do calor contido é transferido para o fluxo de ar contaminado. Uma vez esfriado o ar limpo pode ser descarregado diretamente na atmosfera ou calor adicional pode ser recuperado para outro uso. Se a temperatura do fluxo de descarga é maior do que aquela que é necessária para manter a reação de oxidação catalítica nenhum calor adicional é necessário. Alguns gerentes de fábrica verificaram que a incineração catalítica proporciona benefícios de economia de energia ao mesmo tempo que reduz o impacto do funcionamento da fábrica sobre o meio ambiente.

Catalisadores de incineração têm sido empregados por vários anos em muitas indústrias tais como indústria de alimentos, in

dústrias de processos químicos, petroquímica, indústria farmacêutica e indústria de fumo. Exemplos na indústria química incluem uma fábrica de formaldeído, onde o fabricante estava recebendo queixas de residentes locais, e uma fábrica de resinas, onde muitos compostos orgânicos, que exalavam forte odor, necessitavam tratamento. A indústria gráfica tem também se beneficiado da incineração catalítica. O processo de impressão "offset" usa tintas que contêm solventes em grandes quantidades.

Após as tintas serem aplicadas ao papel, todo o solvente é retirado em um secador e o ar pesadamente carregado com solvente é dirigido para fora do processo. Em uma grande indústria impressora, que tem instaladas três unidades de incineração catalítica, o calor recuperado dos trocadores de calor é usado para providenciar todo o ar quente necessário para o aquecimento da fábrica. Incineradores catalíticos especialmente desenvolvidos estão disponíveis para o controle de emissões em torrefações de café, pois o atrativo e agradável aroma dos grãos torrados pode tornar-se desagradável quando existe em excesso.

### PURIFICAÇÃO DE ÁGUA

Em todas as aplicações descritas acima a platina desempenha um papel em limpar o ar que nós respiramos. O metal pode também ser usado para purificar água. Eletrodos de titânio cobertos com platina são o componente vital em dispositivos eletrônicos que foram desenvolvidos para purificação de água. O processo usa água salobra ou água do mar como insumo e converte a mesma em água própria para distribuição.

### SUMÁRIO

O mundo se defronta com o crítico problema de como harmonizar o crescimento da produção industrial e da mobilidade das pessoas com a preservação de um saudável meio ambiente. A platina pode desempenhar (e o está fazendo) um importante papel em ambos os casos. Seu uso na proteção ambiental tem aumentado dramaticamente desde os anos 60 quando sua principal aplicação era controlar a fumaça pardo-avermelhada emitida por fábricas de ácido nítrico. A lei ame

ricana sobre a qualidade do ar (US Clean Air Act) de 1970 foi importante para a introdução de catalisadores. As progressivas exigências dessa lei, e o estabelecimento de legislação sobre o assunto em muitos lugares, resultaram em que os catalisadores para automóveis tornaram-se uma importante aplicação da platina nos anos 80.

A conscientização sobre o meio ambiente está aumentando em todo o mundo. A pesquisa sobre as causas e os efeitos da poluição mostra que medidas são necessárias para proteger o meio ambiente por causa de nossa saúde, da ecologia e em benefício das futuras gerações. À proporção que novas tecnologias são desenvolvidas para satisfazer legislações cada vez mais exigentes, e as próprias necessidades do planeta, é provável que a platina, e outros metais do seu grupo, continuarão a ser empregados para diminuir e prevenir a poluição e contribuir para a eficiência energética.