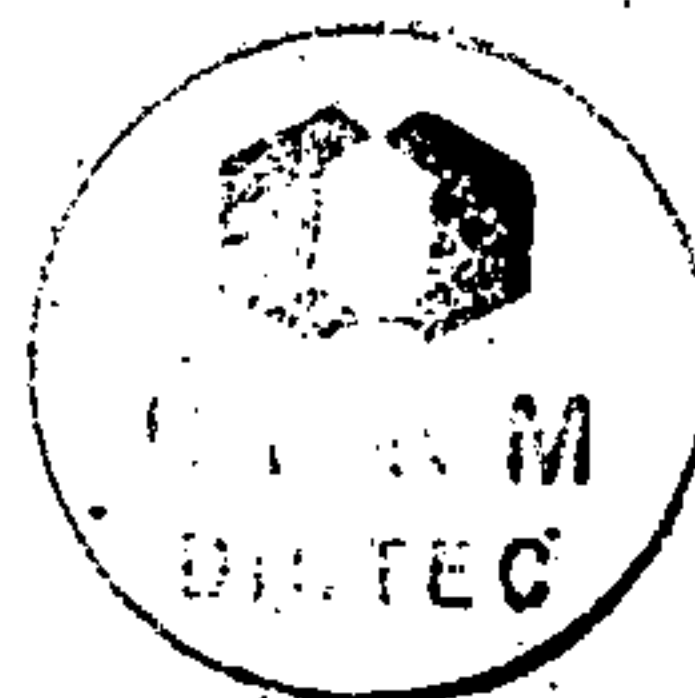


Recebido do DE FARINA
em 21.01.88



TERRAS RARAS - SINOPSE CONCEITUAL
E ÁREAS DO PATRIMÔNIO MINERAL DA
CPRM COM POTENCIALIDADE GEOLÓGICO-
ECONÔMICA

Elaborado por
Mário Farina - CPRM/SUPAMI
Em agosto/1987



SUMÁRIO

1. - SINOPSE CONCEITUAL DA GEOLOGIA ECONÔMICA DAS TERRAS RARAS
2. - ÁREAS DO PATRIMÔNIO MINERAL DA CPRM COM POTENCIALIDADE PA
RA DEPÓSITOS DE TERRAS RARAS.
 - 2.1 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS E SITUAÇÃO LEGAL
 - 2.2 - ESTÁGIO ATUAL DO CONHECIMENTO E PERSPECTIVAS

1. - SINOPSE CONCEITUAL DA GEOLOGIA ECONÔMICA DAS TERRAS RARAS

As terras raras compreendem um conjunto de 16 elementos químicos, formado pelos lantanídeos e pelo ítrio. São divididas em dois grupos: o grupo do cério, ou das terras raras leves e o grupo do ítrio, ou das terras raras pesadas.

O quadro abaixo mostra as terras raras, seus grupos, denominações e símbolos químicos.

ELEMENTOS TERRAS RARAS

GRUPO	ELEMENTO	SÍMBOLO
Grupo das terras raras leves ou grupo do Cério	LANTÂNIO	La
	CÉRIO	Ce
	PRASEODÍMIO	Pr
	NEODÍMIO	Nd
	PROMÉCIO	Pm
	SAMÁRIO	Sm
	EURÓPIO	Eu
Grupo das terras raras pesadas ou grupo do Ítrio	GADOLÍNIO	Gd
	TÉRBIO	Tb
	DISPRÓSIO	Dy
	HÓLMIO	Ho
	ÉRBIO	Er
	TÓLIO	Tm
	ITÉRBIO	Yb
	LUTÉCIO	Lu
	ÍTRIO	Y

REO (rare-earth-oxides) representa a soma total dos óxidos de terras raras.

Didímio é o termo utilizado para denominar a mistura dos elementos terras raras, após a separação do cério.

"Mischmetal" é a denominação dada a mistura dos elementos terras raras em forma metálica.

As terras raras tem importantes aplicações industriais, inclusive na tecnologia de ponta, sendo seu maior uso em catalizadores para refino de petróleo. A seguir constam, de maneira resumida, as principais aplicações das terras raras.

Metalurgia - Agentes de liga com ferro, aço e magnésio; super-ligas e ligas pirofóricas; ligas duras leves; metais puros para pesquisa; ligas resistentes à corrosão e para armamentos.

Vidro - Compostos de polimento; descorantes; corantes; corretores de cor; para aumento de refração; estabilizador de radiação; absorvedores de luz; fibras óticas.

Cerâmica - Corantes para esmaltes; óculos de proteção da visão; refratários de alta temperatura; motores de combustão; substitutos de metal; revestidores e estabilizadores.

Iluminação - Fosforescentes (televisão colorida, anteparos para intensificação do Raio-X; expositores de dados); lâmpadas de vapor de mercúrio; lâmpadas de arco de carvão; lâmpadas fluorescentes tricromáticas; lampiões de gás.

Eletrônica - Capacitores; cátodos; elétrodos; semi-condutores; termistores; GGG (Gadolinium-gallium-garnet); em memórias e substratos de computador; YIG (Yttrium-iron-garnet) nos sistemas de direcionamento de mísseis; YAG (Yttrium-aluminium-garnet) em laser.

Química - Catalizadores; produtos farmacêuticos; tratamento d' água; processamento e análise química; fertilizantes e retentores de umidade.

- Magnetos - Motores elétricos; alternadores, geradores; acionadores do mecanismo de disco de computador; aceleradores lineares de próton; tubos de imagem de televisão; impressoras de linha; fones; alto-falantes.
- Nuclear - Barras de controle; componentes de reator; combustíveis tóxicos; blindagem; detectores e máquinas calculadoras; reprocessamento de combustível.
- Outros - Joalheria, tintas e secadores de tinta; têxteis; estocagem de combustível de hidrogênio; refrigerantes; lubrificantes; termômetros; fotografia.

Os elementos terras raras são constituintes essenciais em mais de uma centena de minerais, entretanto somente alguns ocorrem em concentrações suficientes para justificar seu uso como minério. A monazita e a bastnasita são os principais minerais fontes de terras raras, e o xenotímio é a maior fonte de ítrio.

A bastnasita, a maior fonte de terras raras leves, tem seus principais depósitos explotáveis em forma de veios e disseminações em rochas carbonato-silicáticas de complexos alcalinos intrusivos.

A monazita e o xenotímio ocorrem predominantemente em aluviões e areias de praias e a sua exploração em depósitos primários é relativamente rara.

Os principais minerais de terras raras, com suas respectivas fórmulas químicas, são os seguintes:

- . Bastnasita (Ce, La) (CO₃)F
- . Monazita (Ce, La, Y) PO₄
- . Xenotímio YPO₄
- . Florencita Ce Al₃ (PO₄)₂ (OH)₆
- . Rabdofano (Ce, La) PO₄.H₂O
- . Goiazita (Sr, Al, Ce, La) PO₄.H₂O
- . Apatita (Ca, Ce)₅ (PO₄)₃F
- . Aeschimita..... (Ce, Ca, Fe, Th) (Ti, Nb)₂ (O,OH)₆
- . Alanita (Ca,Ce,Th,Y)₂ (Al,Fe)₃ (SiO₄)₃ OH
- . Pirocloro (Ca, Ba, Na, Ce)₂ Nb₂O₆F
- . Zirconita (Zr, Th, Y, Ce) SiO₄
- . Fluocerita (Ce, La) F₃

Cerca de 55% da produção mundial de terras raras provém de minérios bastnasíticos, 40% a partir de minérios com monazita e xenotímio e apenas 5% de outros tipos (dados de 1983).

O Quadro I mostra a caracterização sumária dos depósitos de terras raras associados às ambiências alcalino-carbonatíticas.

2. - ÁREAS DO PATRIMÔNIO MINERAL DA CPRM COM POTENCIALIDADE PARA DEPÓSITOS DE TERRAS RARAS

2.1 - Localização das áreas e situação legal

2.1.1 - Projeto Uaupês - Localiza-se no estado do Amazonas, município de São Gabriel da Cachoeira, região do Alto Rio Negro. A CPRM é detentora de uma área com relatório de pesquisa aprovado pelo DNPM, com reservas de 2.897×10^6 t e teor de 2,81% de Nb_2O_5 . O processo no DNPM tem número 803.778/75 com alvará nº 2.844/81.

2.1.2 - Projeto Serra do Repartimento - Localiza-se na região central de Roraima, no município de Caracaraí. A CPRM possui 09 pedidos de pesquisa, num total de 81.500 hectares, com prioridade para outorga dos alvarás que dependem de trâmites burocráticos no DNPM e CSN. Os números dos processos no DNPM são os seguintes: 880.037/85, 880.039/85, 880.041/85 a 880.047/85.

2.1.3 - Projeto Costa Marques - Localiza-se na Rondônia, próximo a fronteira com a Bolívia, no município de Costa Marques. A CPRM possui 05 requerimentos de áreas para pesquisa, num total de 40.000 hectares, com prioridade total para a outorga dos alvarás que dependem apenas de trâmites burocráticos no DNPM e CSN. Os números dos processos no DNPM são os seguintes: 880.092/84 a 880.095/84 e 881.890/84.

2.2 - Estágio atual do conhecimento e perspectivas

2.2.1 - Projeto Uaupês

A área é caracterizada por anomalia aerogeofísica bastante elevada, indicativa de rochas alcalino-carbonatíticas. Os diversos trabalhos de geologia e pesquisa mineral comprovam a

CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DOS DEPÓSITOS DE TERRAS RARAS
ASSOCIADOS AOS CARBONATITOS/ROCHAS ALCALINAS

QUADRO I

Nome/Localização	Tipo Geológico	Tipo de Mineralização	Reserva/Produção
Mountain Pass, Califórnia	Carbonatitos intrudidos em complexo gnáissico precambriano.	Composição de minério: Bastnasita..... 12% Barita 20% Qz + Silicatos..... 10% Calcita/Carbonatos 58% REO 5-15%	Reserva de minério: 40 x 10 ⁶ com 7,68% de REO. - Atualmente em produção.
República de Burundi, África	Estágio hidrotermal de diferenciação carbonatítica.	Veios e vênulas, formando stock work com bastnasita e monazita, com ganga de quartzo, barita e goetita.	Houve produção no passado, mas atualmente a mina está abandonada.
Mrina Hill, Kênia	Em carbonatitos alterados intempericamente.	Em "solos residuais" sobre carbonatitos profundamente intemperizados. O "resíduo ferruginoso" contém cerca de 4% de REO, podendo atingir 14% Monazita criptocristalina com barita, gorceixita e pirocloro.	6 x 10 ⁶ t com 5% de REO. Há projeto de desenvolvimento de mina.
Nei Monggol, China (Bayan Obo - Inner, Mongolia)	Granitos, com possível associação com carbonatitos.	Em minério de ferro (35% de Fe) com nióbio-aeschinita /titanio-aeschinita, bastnasita e monazita.	Reserva de 02 depósitos atingem 35 x 10 ⁶ de REO, (maior mundo). O teor do minério é de 6,19% de REO no corpo principal. - Atualmente em produção.
Araxá, MG	Complexo alcalino-carbonatítico - com jazida de nióbio e depósitos de barita radioativa.	Monazita e goyazita (fosfato de Sr e Al, hidratado) na parte intemperizada.	Reserva: 120.000 t de REO.. - Não há produção, devido a dificuldade na concentração.
Poços de Caldas, MG (Morro Feio)	Complexo alcalino.	Produtos intemperizados com REO na alanita e bastnasita, próximos a veios de magnetita.	1.000 x 10 ³ com 4% de REO (até 15m de profundidade). - Não há produção, devido a dificuldade na concentração.

existência de um complexo carbonatítico, profundamente intemperizado, com domínio superficial de canga ferruginosa que chega a ultrapassar aos 200 metros. Sob os lagos formados sobre o complexo existem sedimentos (argilas carbonosas e brechas) com espessuras superiores a 493 m. A área foi pesquisada especificamente para nióbio e o conhecimento que se dispõe sobre a distribuição das terras raras é bastante incompleto, apesar de configurar claramente um quadro geoquimicamente anômalo e capaz de sustentar, juntamente com elementos geológicos, uma perspectiva animadora para a detecção de depósitos de valor econômico.

Os resultados analíticos disponíveis são de alcance limitado, em função da metodologia utilizada. Assim, em cerca de 600 amostras (sendo 262 de testemunhos de sondagem e as restantes de materiais superficiais) a metodologia utilizada foi a espectrografia de emissão para lantânio (com limite superior de detecção de 1.000 ppm), cério (com limite superior de detecção de 20.000 ppm) e ítrio.

Em todas estas amostras deixaram de ser dosados os outros elementos de terras raras e o REO. No caso do lantânio e do cério os limites superiores de detecção impõem sérias restrições a metodologia.

Algumas poucas análises foram levadas a efeito, através de outras metodologias, como plasma, valendo destacar os seguintes resultados:

- REO em 03 amostras de sedimentos com teores de 1,04, 1,24 e 1,66%.

- Dosagem de európio, neodímio praseodímio e samário em 12 amostras de superfície, com os seguintes valores máximos em ppm: Eu < 5, Nd 3.500, Pr 750 e Sm 390.

- Em 01 amostra de canga ferruginosa obtiveram-se os seguintes resultados em ppm CeO_2 3.745, Sm_2O_3 241, Y_2O_3 9, La_2O_3 2.205, Nd_2O_3 1.267, Eu_2O_3 46, Gd_2O_3 210, Dy_2O_3 28, Er_2O_3 12, Lu_2O_3 27 e Ho_2O_3 11, totalizando 7.801 ppm (não foram dosados Pr, Pm, Tb, Tm e Yb).

Apesar das limitações do método espectrográfico, de seus resultados pode-se destacar alguns valores considerados bastante significativos, tais como:

- Detecção de teores elevados de cério - 15.000 ppm em dezenas de amostras, 20.000 ppm em 08 amostras e superiores a 20.000 ppm (limite do método) em 04 amostras.

- Teores em lantânio superiores a 1.000 ppm (limite do método) em 98 amostras.

- Teores de ítrio iguais ou superiores a 500 ppm em 45 amostras, com valor máximo de 2.000 ppm.

Merecem destaque, também como elementos componentes do quadro metalogenético global favorável a terras raras em Uaupês, as seguintes constatações:

- Ocorrências de fosfato com teores de 15,8 e 26,6% P_2O_5 .

- Diversas ocorrências de barita.

- Detecção por raios-X de florencita (fosfato hidratado de cério e alumínio).

Em conclusão é lícito afirmar-se que o estágio de conhecimento pertinente às terras raras, apesar de ainda ser bastante carente, é animador e indica a necessidade de levantamentos de detalhe, objetivando identificar-se zonas de condicionamentos geotológicos favoráveis, com o amparo laboratorial de metodologias capazes de determinar quantitativamente os teores de REO e dos principais elementos de terras raras com sua respectiva mineralogia.

2.2.2 - Projeto Serra do Repartimento

A área apresenta forte anomalia aerogeofísica, indicativa de intrusão do tipo alcalino-carbonatítica. Atualmente encontram-se em desenvolvimento trabalhos de pesquisa inicial através de reconhecimento geológico e amostragem sistemática. Em superfície aparecem principalmente crostas ferruginosas intempéricas e rochas alteradas de natureza alcalina. Foi constatada também a ocorrência de barita com concentrações pontuais com cerca de 50% de BaO . Os resultados analíticos iniciais são bastante animadores. Cerca de 100 amostras de crostas ferruginosas e rochas alteradas foram submetidas a análises por espectrografia de emissão e dosagem de P, Ba e F. As terras raras analisadas foram apenas Ce, La, Y e Yb (devido a limitações da metodologia do LAMIN). O La foi detectado com valores superiores a capacidade do método, ou seja 1.000 ppm, em 9 amostras, enquanto que o Ce acusou teores entre 7.000 e 10.000



ppm em 7 amostras. O Y atingiu valor máximo de 1.500 ppm e o Yb 100 ppm. Este quadro caracteristicamente anômalo é também configurado por anomalias de P (7 amostras com teores superiores a 9.000 e teor máximo de 15.000 ppm, correspondente a cerca de 7% de P_2O_5), de F (máximo de 2.700 ppm) e Ba (7 amostras com teores entre 0,6 a 2,6% de Ba).

O prosseguimento dos trabalhos prevê a realização de análises para REO com discriminação quantitativa para todos os elementos de terras raras e determinações mineralógicas pormenorizadas. Isto, juntamente com os dados de campo, propiciará condições de verificar-se a possibilidade da presença de modelo geotológico semelhante a Mountain Pass.

2.2.3 - Projeto Costa Marques

A área apresenta forte anomalia aerogeofísica indicativa da presença de intrusão alcalino-carbonatítica. Os trabalhos de campo limitaram-se, até o momento, a realização de um reconhecimento muito rápido, sem que se tenha conseguido um conhecimento compatível com a grande importância do prospecto. Deve-se realçar a detecção de rocha hipabissal alcalina (Aegirina-microgranito) com a presença de bastnasita (identificada por difração de raios-X) com percentagem em torno de 2%. Apesar do estágio bastante incipiente do conhecimento, as perspectivas para detecção de depósitos de terras raras são bastante boas.

Prevê-se para breve o início dos trabalhos de pesquisa sistemática na área.