

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Minerais Estratégicos, nº 01

*Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração
e da Transformação Mineral*



DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS MINERAIS ESTRATÉGICOS: FOSFATO, POTÁSSIO, TERRAS RARAS E LÍTIO

Brasília – 2015

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Programa Geologia do Brasil

**DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS
MINERAIS ESTRATÉGICOS: FOSFATO,
POTÁSSIO, TERRAS RARAS E LÍTIO**

Marcelo Esteves Almeida
Maise Bastos Abram
Lucy Takehara Chemale
Vinicius José de Castro Paes
Francisco Valdir Silveira

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Minerais Estratégicos, nº 01



BRASÍLIA
2015

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Programa Geologia do Brasil

**DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS
MINERAIS ESTRATÉGICOS: FOSFATO,
POTÁSSIO, TERRAS RARAS E LÍTIO**

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Minerais Estratégicos, nº 01

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DIDOTE – Processamento Técnico

Almeida, Marcelo Esteves et al.

Diretrizes para avaliação dos minerais estratégicos : fosfato,
potássio, terras raras e lítio / Marcelo Esteves Almeida ... [et al.] . –
Brasília : CPRM, 2015.

31 p. ; 30 cm. – (Minerais estratégicos ; 1)

Informe de recurso minerais.

Programa Geologia do Brasil.
ISBN 978-85-7499-322-5

1. Minerais industriais. 2. Recursos minerais. 3. Geologia econômica.
I. Título. II. Série.

CDD 553.6

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Departamento de Recursos Minerais

Programa Geologia do Brasil

**DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS MINERAIS ESTRATÉGICOS: FOSFATO,
POTÁSSIO, TERRAS RARAS E LÍTIO**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Carlos Eduardo de Souza Braga

Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Carlos Nogueira da Costa Junior

Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Thales de Queiroz Sampaio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena

Diretor de Administração e Finanças

Vanildo Almeida Mendes

Chefe da Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Patrícia Duringer Jacques

Chefe de Divisão de Geoprocessamento

Paulo Roberto Macedo Bastos

Chefe da Divisão de Cartografia

José Márcio Henriques Soares (interino)

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

José Márcio Henriques Soares

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS MINERAIS
ESTRATÉGICOS: FOSFATO, POTÁSSIO,
TERRAS RARAS E LÍTIO

COORDENAÇÕES NACIONAIS (DEPARTAMENTOS E DIVISÕES) E REGIONAIS (GERÊNCIAS)

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Chefe do Departamento

Francisco Valdir Silveira

Divisão de Projetos Especiais e Minerais Estratégicos

Marcelo Esteves Almeida

Divisão de Geologia Econômica

Evandro Luiz Klein

Divisão de Geoquímica

João Henrique Larizzatti

Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória

Ruben Sardou Filho

Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Vanildo Almeida Mendes

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe do Departamento

Reginaldo Alves dos Santo

Divisão de Geologia Básica

Edilton José dos Santos

Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica

Luis Gustavo Rodrigues Pinto

Divisão de Geodinâmica

Carlos Eduardo Ganade de Araújo

Petrografia Divisão de Estratigrafia, Paleontologia e Sedimentologia

José Torres Guimarães

Divisão de Geologia Marinha

Ivo Bruno Machado Pessanha

GERENTES DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

Ana Cláudia Aguiar Accioly – SUREG-RE

Antonio Maurílio de Vasconcelos – REFO

Cassiano Castro – REPO

Elizângela Soares Amaral – RETE

Elizete Domingues Salvador – SUREG-SP

Erison Soares Lima – SUREG-SA

João Ângelo Toniolo – SUREG-PA

Lúcia Travassos da Rosa Costa – SUREG-BE

Luciana Felício Pereira – SUREG-GO

Luis Emanuel Goulart – SUREG-MA

Marcio Antonio da Silva – SUREG-BH

Editoração do Produto Digital

Washington J F Santos

EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - José Márcio Henriques Soares (interino)

Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares

Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP/SA - Reginaldo Leão Neto

APRESENTAÇÃO

O Ministério de Minas e Energia e a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, por meio da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, tem a satisfação de disponibilizar à comunidade geocientífica, empresários do setor mineral e à sociedade em geral, a nova Série de Informes Minerais – Série Minerais Estratégicos – que apresentará os resultados do programa GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL dentro da ação Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil. Esta ação engloba os projetos Avaliação do Potencial de Fosfato, Terras Raras e Lítio no Brasil, empreendimentos ligados ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal, iniciados em 2009, voltados para atender a necessidade nacional por minerais estratégicos. Com a mesma finalidade dos projetos anteriores, foi recentemente implantado também o Projeto Avaliação do Potencial de Potássio no Brasil.

Estes empreendimentos estabeleceram como meta geral contribuir para o entendimento do potencial e vocação brasileira para os minerais estratégicos em todo o território nacional, visando fomentar a exploração mineral e mitigar os riscos dos empreendimentos minerais, levando assim o país, no médio-longo prazo, a autossuficiência nesses bens minerais. Na CPRM – Serviço Geológico do Brasil, a execução dos projetos é de responsabilidade das unidades regionais (Superintendências e Residências), com supervisão nacional das divisões e coordenação geral do Departamento de Recursos Minerais (DEREM) e com efetiva participação do Departamento de Geologia (DEGEO).

Os produtos divulgados a partir deste volume compreendem relatórios com resultados parciais ou finais com respectivos mapas geológicos, geoquímicos, de potencialidade mineral, entre outros. Com mais este lançamento, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil cumpre seu papel de induzir o desenvolvimento socioeconômico regional e setorial por meio da atualização do conhecimento geológico e dos recursos minerais do Brasil.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor - Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ROBERTO VENTURA DOS SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	11
2 – AMPLIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES EXPLORATÓRIAS: AGROMINERAIS E OS PROJETOS DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FOSFATO E POTÁSSIO NO BRASIL	17
3 – AMPLIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES EXPLORATÓRIAS: MINERAIS TECNOLÓGICOS E OS PROJETOS DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE TERRAS RARAS E LÍTIO NO BRASIL	21
4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS	25

DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS MINERAIS ESTRATÉGICOS: FOSFATO, POTÁSSIO, TERRAS RARAS E LÍTIO

1 – INTRODUÇÃO

O Empreendimento MME.01410 agrega os projetos da CPRM relativos aos **Minerais Industriais**¹, entre eles aqueles bens minerais classificados como “agrominerais”², como os projetos **Avaliação do Potencial de Potássio e Fosfato no Brasil**, além daqueles que contemplam bens minerais considerados estratégicos para indústria, denominados de “tecnológicos”, que estão representados pelos projetos **Avaliação do Potencial de Terras Raras e do Lítio no Brasil**.

Os projetos “Potássio” e “Fosfato” são considerados estratégicos na medida em que se propõem a aumentar as oportunidades de exploração destes bens minerais, que são, juntamente com o nitrogênio, as matérias-primas mais importantes dos fertilizantes, insumo que o Brasil tem grande dependência externa.

A produção nacional de fertilizantes não vem acompanhando o grande desenvolvimento da agricultura brasileira. Em 1998 ela representava a metade do total consumido (49,9%), reduzindo-se a 26,8% em 2014, um pouco mais de 1/4 do total consumido no país (figura 1). A baixa produção doméstica levou o País à desconfortável posição de quarto maior importador de fertilizantes em escala mundial, o que, além da dependência externa já citada, contribui negativamente para o saldo da balança comercial. Se por um lado o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de alimentos e o agronegócio um dos mais fortes segmentos da nossa economia. A maioria dos nossos solos é relativamente pobre em macronutrientes NPK³, dependendo fortemente da utilização de fertilizantes para elevar a produtividade das lavouras.

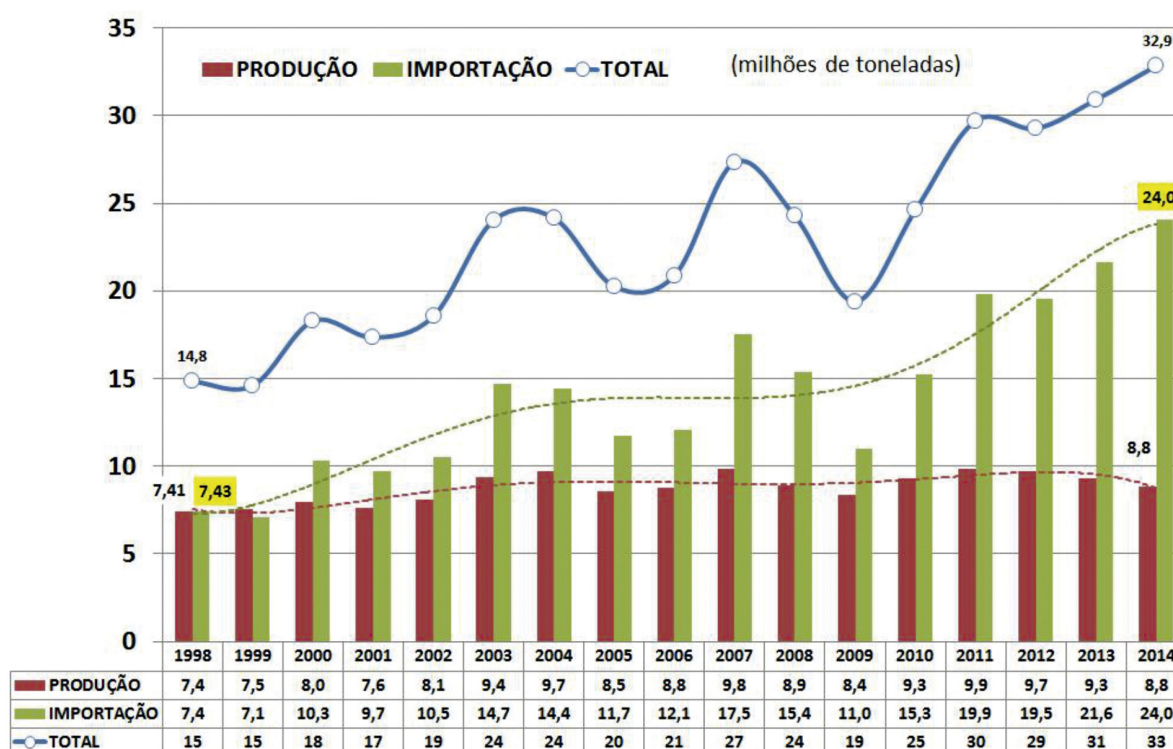


Figura 1 – Evolução da produção nacional e da importação de fertilizantes intermediários (Fonte: ANDA/IPEADATA).

1 Minerais Industriais são todas as rochas e minerais, inclusive os sintéticos, predominantemente não-metálicos, que, por suas propriedades físicas ou químicas, podem ser utilizados como matérias-primas, insumo, ou aditivos em processos industriais.

2 Agrominerais são minerais e rochas importantes para a agricultura devido a conterem nutrientes essenciais para as plantas.

3 NPK, neste caso, designa os três nutrientes principais para as plantas: nitrogênio, fósforo e potássio, também chamados de macronutrientes.

Se a dependência brasileira em relação aos fertilizantes em geral atinge 73%, em relação ao potássio, fósforo e nitrogênio, onde especificamente a situação do potássio é mais delicada, com a

dependência atingindo 94%. Em relação ao fósforo a dependência é de 57%, e em relação ao nitrogênio é de 81% (Figura 2).

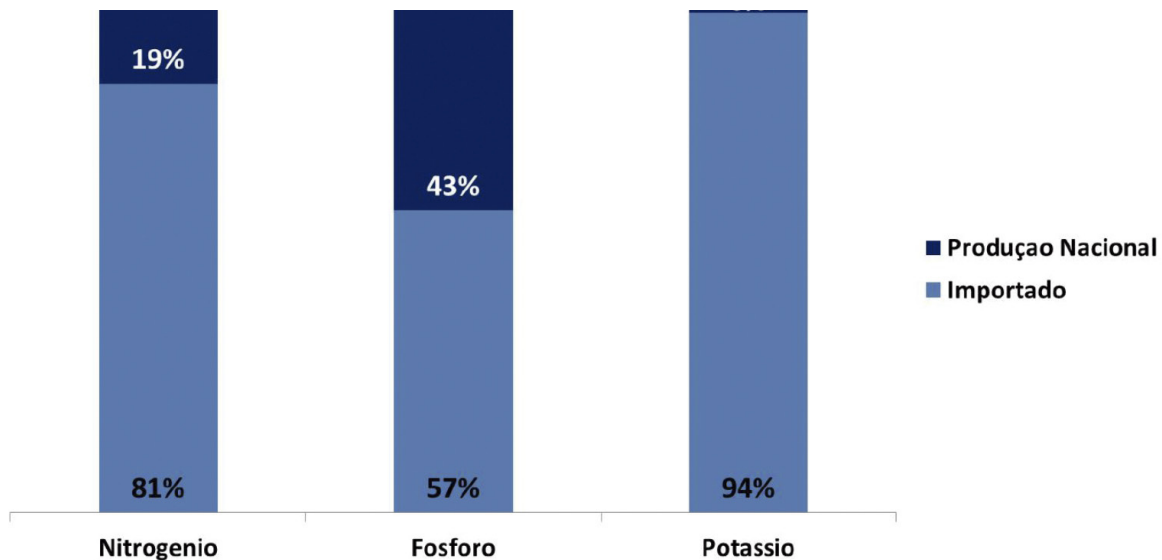


Figura 2 – Perfil da dependência externa de fertilizantes por nutrientes (Fonte: ANDA/SIACESP – 2013).

Segundo dados do USGS (USGS 2014), as reservas mundiais de fosfato são da ordem de 67 bilhões de toneladas (ano base 2013). Os maiores depósitos mundiais são sedimentares, normalmente com alto teor (>20% P₂O₅) e também grande volume. Os depósitos do norte do Marrocos-Saara Ocidental, no norte da África, respondem pela imensa maioria dos recursos existentes. Ao contrário do que ocorre no mundo e apesar do Brasil apresentar um grande número de bacias sedimentares potenciais, os depósitos sedimentares no Brasil representam cerca de 20% das reservas oficiais. Em 2013, a produção mundial de P₂O₅ foi de 224 milhões de toneladas (USGS 2014), que representou um crescimento de cerca de 3% em relação à produção de 2012. Entretanto em 2014 houve um pequeno decréscimo da produção mundial em relação a 2013. Os seis maiores produtores foram China, Estados Unidos da América, Marrocos-Oeste Saara, a Federação Rússia, Jordânia e Brasil que têm totalizados juntos cerca de 82% da produção mundial.

Em 2014, o Canadá (30,2%), a Bielorrússia (22,6%) e a Rússia (18,1%) ocuparam as três primeiras posições no ranking mundial das reservas de sais de potássio que juntos somaram 70,9% do total de potássio fertilizante produzido no ano. Estes países e a China configuram os maiores produtores mundiais. O Brasil ficou com a 10ª colocação em termos de reservas e ocupou a 11ª posição em relação à produção mundial (DNPM - Sumário Mineral 2015). A perspectiva é que a reserva de potássio possa aumentar com a delimitação dos recursos na Bacia do Amazonas pela Potássio do Brasil.

O projeto Avaliação das Terras Raras no Brasil vem dar suporte à formulação e execução de políticas públicas para seu aproveitamento no desenvolvimento da indústria brasileira. A importância dos elementos terras raras (ETR) na indústria moderna deve-se às suas inúmeras aplicações na metalurgia, energia eólica e nuclear, indústria petrolífera, agricultura, entre outras. Os ETR são considerados elementos da “terceira onda”, por sua ampla aplicação em produtos de alta tecnologia. Estas aplicações em produtos de alta tecnologia agregam valor, pois melhoram a sua eficiência, como por exemplo: (1) liga de NdFeB (Neodímio-Ferro-Boro) para produzir super ímã, de ampla aplicação em carros elétricos, sistema de energia e trens de alta velocidade; (2) o uso do Európio (Eu) nas telas de computadores e televisão; dentre outras.

No Brasil já foram identificados vários tipos de depósitos minerais e ocorrências de ETR (Figura 3), tendo sido o Brasil um dos maiores produtores até meados do século passado (Rocio et al., 2012; Lima & Leal Filho, 2016), quando foi ultrapassado pelos EUA na década de 1980, que passou a dominar o mercado com a produção de Mountain Pass (Hoatson et al., 2011). A partir de 1984, a China iniciou a produção de ETR compartilhando o mercado mundial com os EUA e, de 1990 em diante, dominou o mercado gradativamente (Figura 4). A produção brasileira de concentrados de terras raras chegou a produzir 110 t/ano, mas foi encerrada em 2002, além disso a produção atual da usina da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) não atende à demanda nacional. Como consequência, o Brasil

importou 1% do mercado mundial de compostos de ETR em 2013 ao custo aproximado de US\$ 7 milhões (DNPM, 2013).

As maiores reservas mundiais conhecidas de ETR estão apresentadas na figura 5 (DNPM, 2013), destacando-se China, Brasil e EUA. A reserva brasileira lavrável aprovada em 2013 é de aproximadamente 22 milhões de toneladas (Mt) de OTR contidos, assim distribuídos: (a) 14, Mt @ 3,02% OTR pertencentes à CBMM, (b) 7,73 Mt @ 2,35% óxido de terras raras (OTR) pertencente à Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMIG) e (c) uma área em Barra do Itaipirapuã com 97,96 mil toneladas (mt) @ 4,89% OTR (DNPM, 2013).

No entanto, no curto prazo, a reserva brasileira poderá aumentar, visto que outros estudos de viabilidade econômica estão sendo desenvolvidos, entre eles: (a) Projeto Morro do Ferro, em Poços de Caldas (MG) com 7 Mt @ 2,89% OTR (EDEM PROJETOS, 2014); (b) Projeto Mineração Terras Raras com 6 Mt de reserva medida e em processo de reavaliação;

(c) Mina de Pitinga, Presidente Figueiredo (AM), com reserva estimada de 2 Mt de xenotima (DNPM, 2013); (d) Complexo de Catalão (GO), cujos depósitos Córrego do Garimpo e Lagoa Seca Norte têm reserva medida de 41,4 Mt @ 5,39% de OTR (Ribeiro, 2008). Reservas de depósitos do tipo placer são estimadas em mais de 600 Mt (DNPM, 2013), entretanto, ainda não despertaram interesse comercial em função do baixo volume de cada depósito e o alto teor de tório contido nas monazitas.

O Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil apresenta uma base de cunho prospectivo, onde os objetivos principais buscam o aprofundamento do conhecimento das ocorrências de lítio associadas a pegmatito no Brasil. Esse ganho no conhecimento diz respeito à sua distribuição regional, seus aspectos descritivos e genéticos, guias prospectivos e modelos exploratórios de forma a permitir a formulação de um diagnóstico do lítio no Brasil. A proposta fundamental deste diagnóstico é indicar possíveis ampliações de áreas

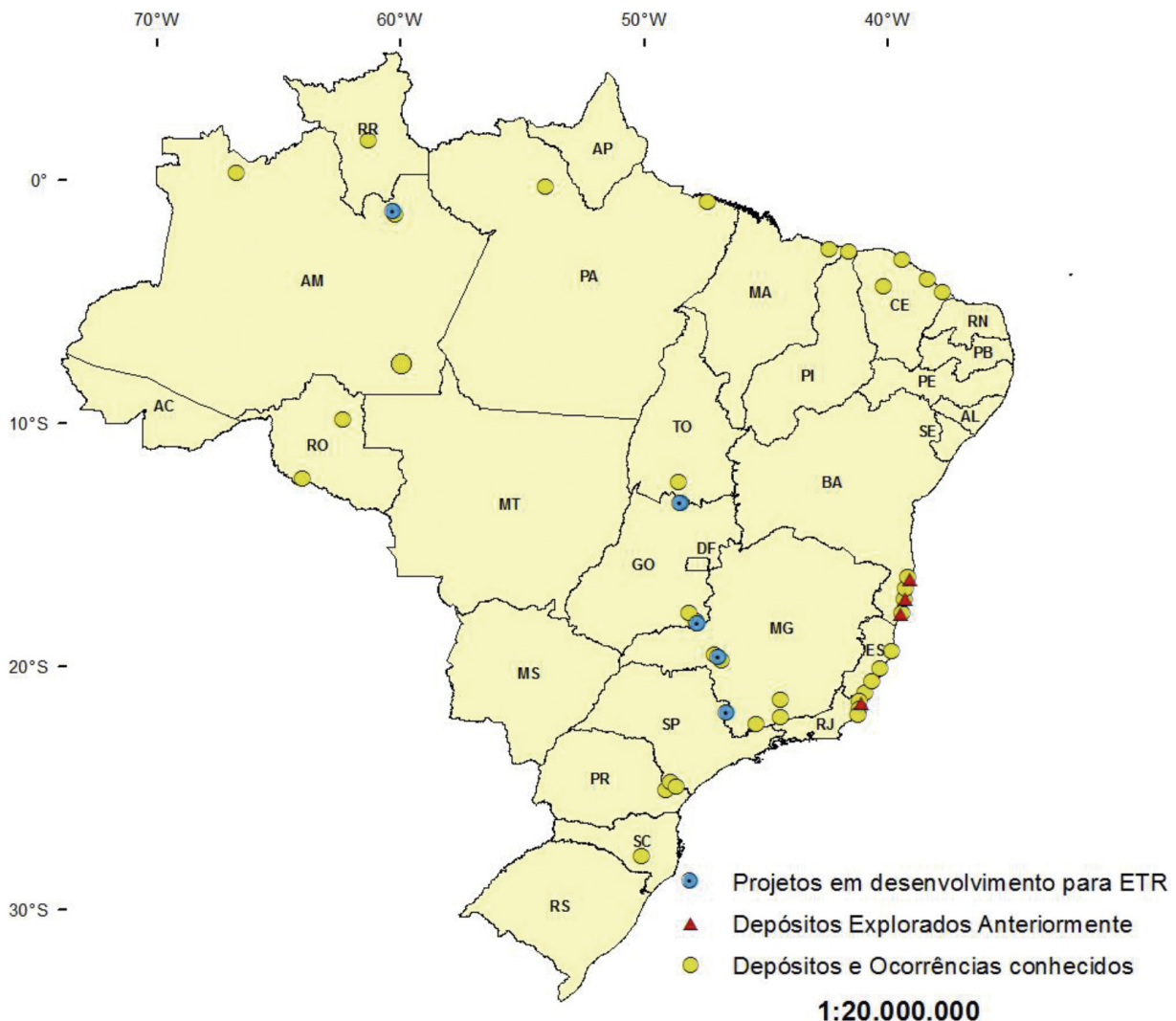


Figura 3 – Áreas com depósitos e ocorrências de ETR no território nacional (modif. de Lápido-loureiro, 1994; Orris & Grauch, 2002).

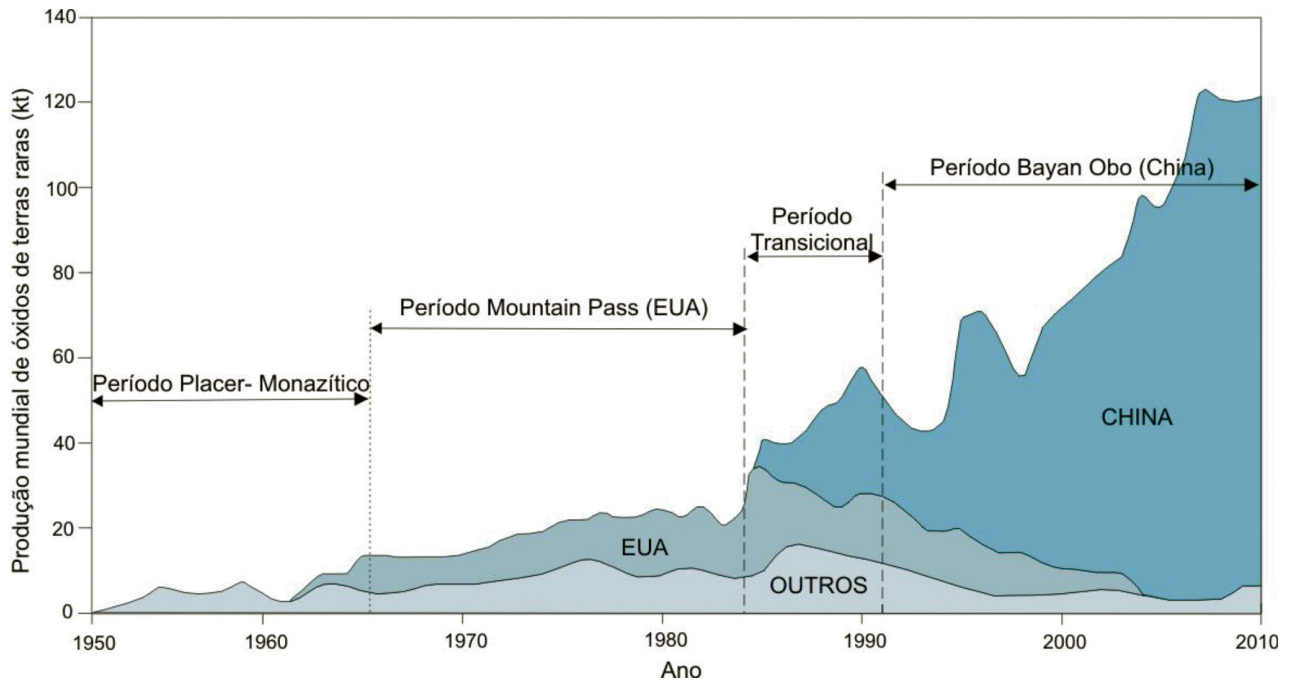


Figura 4 – Produção mundial de ETR de 1950 até 2010. (mod. de Hoatson et al. 2011).

mineralizadas conhecidas e propor áreas potenciais para a descoberta de novos depósitos do metal, fundamentando-se, basicamente, na identificação e espacialização dos metalotectos e guias prospectivos das mineralizações.

A justificativa desse projeto está baseada na demanda crescente do lítio no mundo, impulsionada pela sua utilização como insumo fundamental na produção de baterias para os ascendentes mercados da telefonia móvel e dos eletrônicos portáteis, e sobretudo para o potencial mercado dos veículos elétricos e híbridos. A primeira fase do Projeto Lítio compreende um estudo detalhado da região do médio rio Jequitinhonha, parte da Província Pegmatítica Oriental do Brasil (no nordeste de Minas Gerais), principal área produtora e detentora das reservas de lítio do Brasil, além de um levantamento bibliográfico de outras áreas com ocorrências de minerais de lítio no país.

A produção mundial de concentrados de lítio (exceto EUA e Bolívia, que não disponibilizam dados oficiais) atingiu em 2013 o montante de 35.586 t de óxido de lítio contido (Li_2O), mostrando um leve crescimento de 1,1% em relação a 2012 (DNPM, 2014). Este resultado representa taxa de crescimento menor que a de anos anteriores e deve-se à redução da produção de um dos maiores produtores mundiais de lítio (Chile), embora suficiente para sustentar a tendência de crescimento que vem ocorrendo desde 2010. Os principais produtores continuaram a ser Chile (37,9%), Austrália (36,5%) e China (11,3%). No Brasil, a produção de concentrados de Li_2O cresceu 6,7% na comparação com 2012 (Tabela 1), bem acima da média mundial, contribuindo com 1,2% da produção global (Figura 6). Apesar disso, o consumo

aparente em 2013 de concentrados de lítio cresceu 12,2%, enquanto que o de compostos químicos subiu 1,4%. De acordo com o DNPM (2014), o Brasil ainda é um importante importador, tendo adquirido no mercado cerca de 3 t de compostos químicos de lítio (US\$ 106 mil), cujas principais origens foram a Alemanha (78%), os EUA (16%), a China (5%) e a Rússia (1%).

O lítio oriundo de minerais representa parcela significativa do suprimento total do metal. Estima-se que em 2015 ele tenha representado 50% do suprimento mundial. Duas operações associadas a salmouras, no Chile, e uma associada a espodumênio, na Austrália, foram responsáveis pela maior parte da produção. A segurança no suprimento de lítio é prioridade para empresas de tecnologia americanas e asiáticas. Alianças estratégicas entre

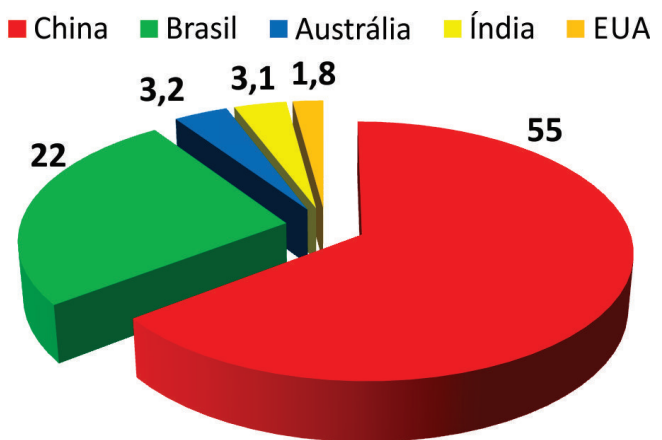


Figura 5 – Distribuição das maiores reservas mundiais conhecidas de ETR, em milhões de toneladas (DNPM, 2013).

companhias de tecnologia e exploração foram e estão sendo estabelecidas para assegurar um fornecimento confiável e diversificado de lítio para os fornecedores de baterias e fabricantes de veículos. Operações de mineração de espodumênio estão em desenvolvimento na Austrália, Canadá, China e Finlândia; operações de mineração associadas a salmouras estão em desenvolvimento na Argentina, Chile, Bolívia e Estados Unidos; uma operação associada a jadarita está em desenvolvimento na Sérvia e uma associada a argila está em desenvolvimento no México (U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2015).

As principais reservas mundiais de óxido de lítio (Li₂O), sem considerar a Bolívia (dados não são divulgados), estão concentradas no Chile (57,6%), China (26,9%) e Austrália (7,7%). Os dados oficiais do Brasil apontaram 48 mil toneladas de Li₂O (Figura 7), mas há expectativa de um crescimento da cadeia produtiva no Brasil em decorrência da entrada crescente no mercado de carros elétricos e híbridos. Em se confirmando também as expectativas no aumento das reservas lavráveis de lítio (i.e. Projeto Opco da Arqueana de Minérios e Metais, nas áreas de Itinga e Araçuaí, MG), que podem superar o patamar de 1 milhão de toneladas de Li₂O contido nos próximos anos, o Brasil pode tornar-se detentor da 3ª maior reserva mundial de lítio (cerca de 8,0% do total, desconsiderando-se a Bolívia (DNPM, 2014).

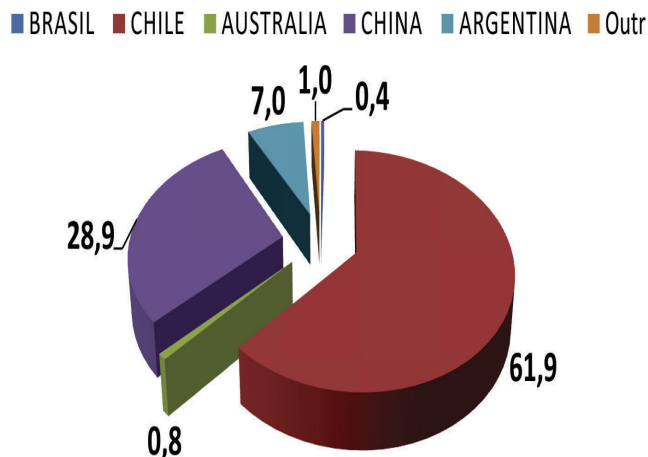


Figura 6 – Reservas de lítio por país expresso em % (dados de 2013)*.

*Para valores brutos consultar tabela 1.

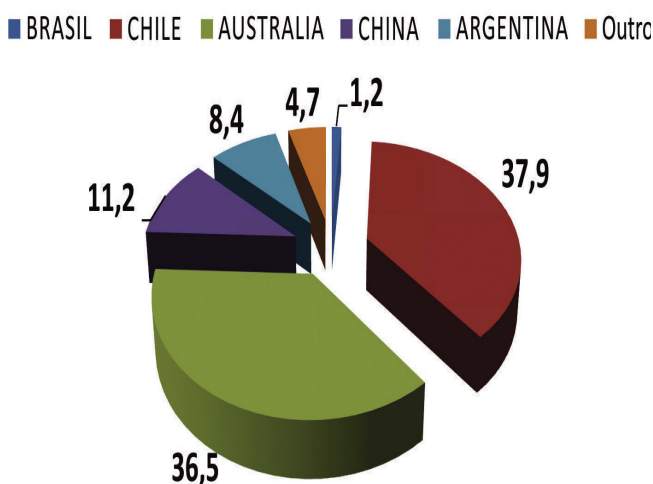


Figura 7 – Produção de concentrado de lítio por país, expresso em % (dados de 2013)*.

Tabela 1 – Resumo dos dados de produção e reservas de lítio por país (extraída de DNPM, 2014)

PAÍSES	RESERVAS (10 ³ t) (1)(2)		PRODUÇÃO (t)(2)		
	2013	%	2012	2013	%
Brasil	48	0,4	390	416	1,2
Chile	7.500	61,9	13.200	13.500	37,9
Austrália	100	0,8	12.800	13.000	36,5
China	3.500	28,9	4.500	4.000	11,2
Argentina	850	7,0	2.700	3.000	8,4
Zimbabwe	23	0,2	1.060	1.100	3,1
Portugal	60	0,5	560	570	1,6
Estados Unidos	38	0,3	nd	nd	nd
Bolívia	nd	nd	nd	nd	nd
TOTAL	12.119		35.210	35.586	–

Fonte: DNPM/DIPLAM e USGS-Mineral Commodity Summaries 2014. Dados em óxido de lítio contido. (1) A partir de 2009, em função de alterações apresentadas pelo USGS nos dados de reserva, o DNPM passou a adotar para o Brasil a reserva-lavrável; (2) Dados estimados pelo USGS, exceto Brasil (dados preliminares); (3) O USGS revisou as reservas de Portugal de 10 mil t para 60 mil t; (4) não inclui a produção dos EUA e da Bolívia; (nd) dado não disponível.

2 – AMPLIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES EXPLORATÓRIAS: AGROMINERAIS E OS PROJETOS DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FOSFATO E POTÁSSIO NO BRASIL

Diante da situação crítica e estratégica dos insumos de fertilizantes para o Brasil é que o governo brasileiro, através da CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Departamento de Recursos Minerais, vem executando o Projeto Fosfato Brasil e o Projeto Potássio Brasil. O Projeto Fosfato Brasil busca o conhecimento das mineralizações de fosfato existentes no país, bem como a delimitação de novos alvos potenciais para fosfato em todo território nacional, visando uma avaliação do potencial brasileiro e, por conseguinte, a ampliação das reservas brasileiras de fosfato. Por sua vez, o Projeto Potássio Brasil visa ampliar o conhecimento sobre a potencialidade para depósitos de potássio, haja visto que grande parte de seu território é caracterizado por bacias sedimentares com potencial e evidência de depósitos evaporíticos.

Na primeira fase do projeto Fosfato (2009-2010) foi dada ênfase aos estudos de reconhecimento regional, que permitiram definir ambientes favoráveis à mineralização de fosfato em vários estados da federação, grande parte deles com intensa atividade agropecuária. Esta fase possibilitou a definição de importantes depósitos, ocorrências e alvos anômalos (Abram et al., 2011), que foram, em parte, objetos de estudo na segunda fase da pesquisa (Abram et al., no prelo).

Na segunda fase (2010-2014), o projeto foi desenvolvido a partir de alvos, preestabelecidos na Fase I, com a realização de levantamentos geológicos e prospectivos (prospecção geofísica aérea e terrestre, prospecção geoquímica de sedimentos de corrente, concentrados de minerais pesados e solos).

Ao longo desse tempo, o projeto Fosfato Brasil contribuiu substancialmente para o aumento do conhecimento dos depósitos e ocorrências de fosfato no Brasil, que certamente resultarão em novas oportunidades exploratórias. Como resultados mais evidentes já se podem citar:

- A revisão no depósito de Miriri, na Bacia Paraíba, permitiu ampliar recursos da ordem de 22 milhões de toneladas a 11% P_2O_5 para 33 milhões de toneladas a um teor médio de 8,9% P_2O_5 . Dezenove novos alvos foram delimitados por sedimentos de corrente.

- Na área Arraias, na base da Formação Sete Lagoas, dados de prospecção geoquímica demonstram a extensão da zona mineralizada para norte, bem como foi demonstrado que áreas anômalas para Fósforo também ocorrem no lado leste da Bacia Bambuí;
- Na Bacia Amazonas Sul, próximo a Itaituba, camadas fosfáticas foram configuradas na Formação Barreirinha, com teores obtidos de 8% a 24% P_2O_5 ;
- Em Umburanas, foi delimitada camada com mineralização de fosfato com extensão de cerca de 8 km, com teores em rocha variando de 1% a 21,9% P_2O_5 ;
- Nos municípios de Lavras do Sul e Bagé (RS), foram descobertos dois novos corpos alcalino-carbonatíticos, caracterizando um potencial associado a uma nova província geológica. Uma das áreas foi avaliada, até o momento, com recurso indicado de 9,9 milhões de toneladas @ 5,03% P_2O_5 e recurso inferido de 20,6 milhões de toneladas @3,94%. Três novos corpos alcalino-carbonatíticos foram descobertos pela iniciativa privada após as descobertas da CPRM;
- No Planalto da Serra/Araras (Abreu Filho et al., 2011) foi destacada a mineralização de fosfato de Mirassol D'Oeste (MT). No alvo SW, um dos menores corpos mineralizados, já foi cubado um recurso de 400 milhões de toneladas com teor médio 2,5% de hidroxiapatita.

Apesar desse notável avanço no nível de conhecimento das principais áreas potenciais para fosfato em território brasileiro, adquiridos por meio de investimentos realizados no âmbito do PAC I e II (Fases I e II), ainda há muitos depósitos, ocorrências e alvos a serem descobertos e muitos outros a serem detalhados com a continuidade das pesquisas já iniciadas. Na fase III (2015-2018) estão sendo priorizados os alvos que indicaram maior potencial, constatado por prévios estudos dos controles geológicos, estruturais, geofísicos, geoquímicos, geocronológicos e isotópicos. Não serão prioridades neste momento o investimento em geologia de detalhe e levantamentos geoquímicos sistemáticos

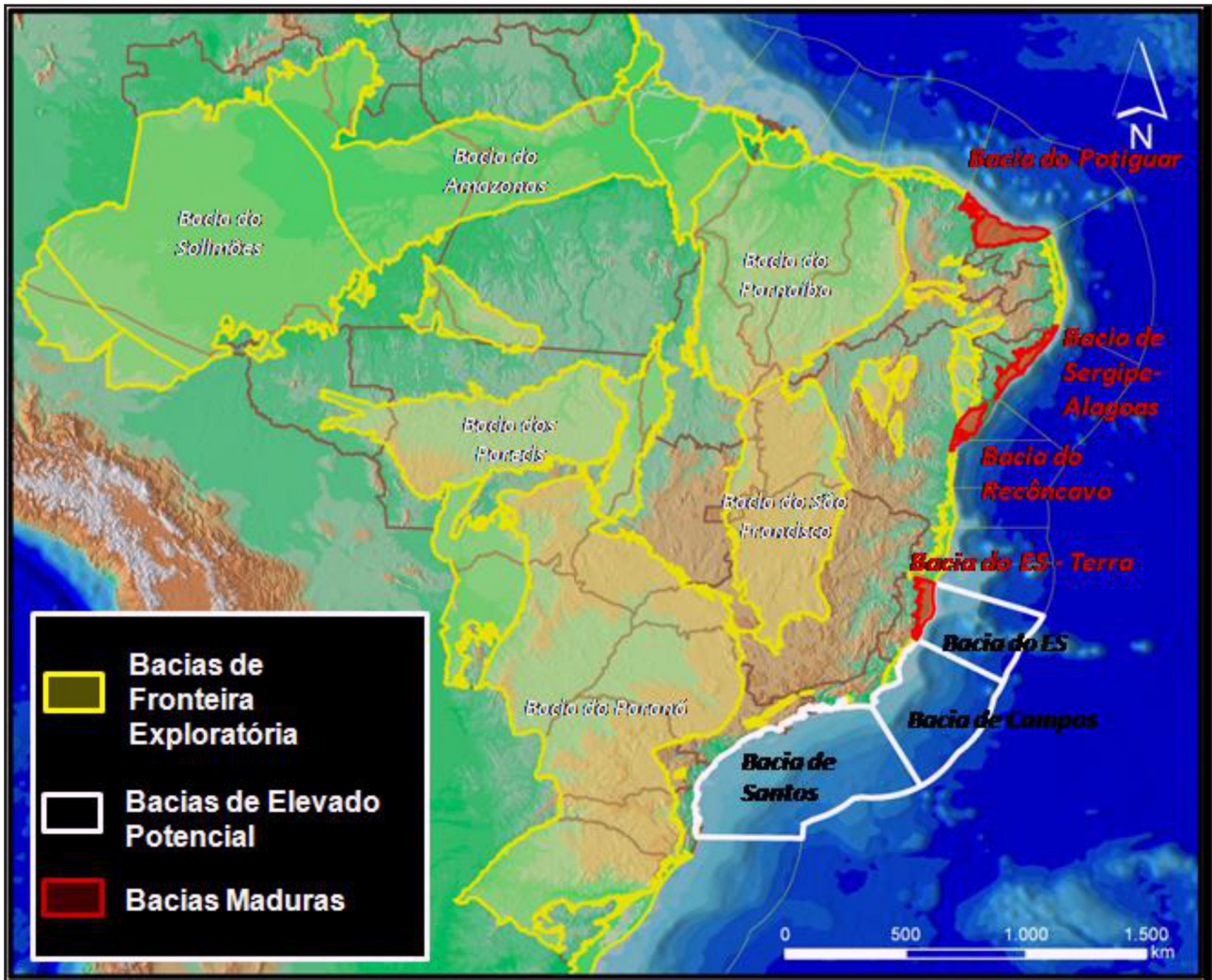


Figura 8 – Localização das principais bacias sedimentares brasileiras com base no grau de conhecimento. (Classificação segundo a Agência Nacional do Petróleo)

por bacias hidrográficas ou em malhas regulares, acompanhados de perfis geofísicos terrestres e estudos mineralógicos e isotópicos específicos.

O Projeto Potássio está ainda em sua fase inicial, encontrando-se no estágio de levantamento bibliográfico sobre o nível de conhecimento das bacias sedimentares com maior favorabilidade para conter formações hospedeiras de unidades evaporíticas e aguardando acervo de dados geofísicos e de poços em poder do BDEP/ANP. Ao todo foram pré-selecionadas oito bacias, todas elas emersas, sendo três delas já em fase de estudo, dentro de um conjunto amplo de bacias sedimentares existentes no Brasil (emersas e submersas) e apresentando diferentes graus de conhecimento (Figura 8).

Nesta fase inicial (Fases I e II) serão realizados levantamento de informações geológicas, análise e interpretação das propriedades dos perfis elétricos dos poços, descrição dos testemunhos e amostras de calha disponíveis de sondagem exploratória e dos níveis evaporíticos, definição de modelos tectono-sedimentares para os evaporitos e interpretação

das seções sísmicas na tentativa de avançar no conhecimento do arcabouço estratigráfico/estrutural das bacias e identificação dos possíveis horizontes potássicos, além do tratamento e interpretação de elevado volume de dados geofísicos (sísmicos, gamaespectrométricos, magnetométricos, gravimétricos, magnetotelúricos). Grande parte desse volumoso acervo está sob a guarda da Agência Nacional do Petróleo (ANP), do Observatório Nacional (ON) e da Petrobrás (Figura 9).

O desafio do Projeto Potássio se apresenta, portanto, em diversas frentes:

- (a) a necessidade de descobrir áreas com grande potencial para hospedar mineralizações de potássio e assim ampliar as reservas e a produção de fertilizantes, diminuindo os níveis de importação e dependência externa;

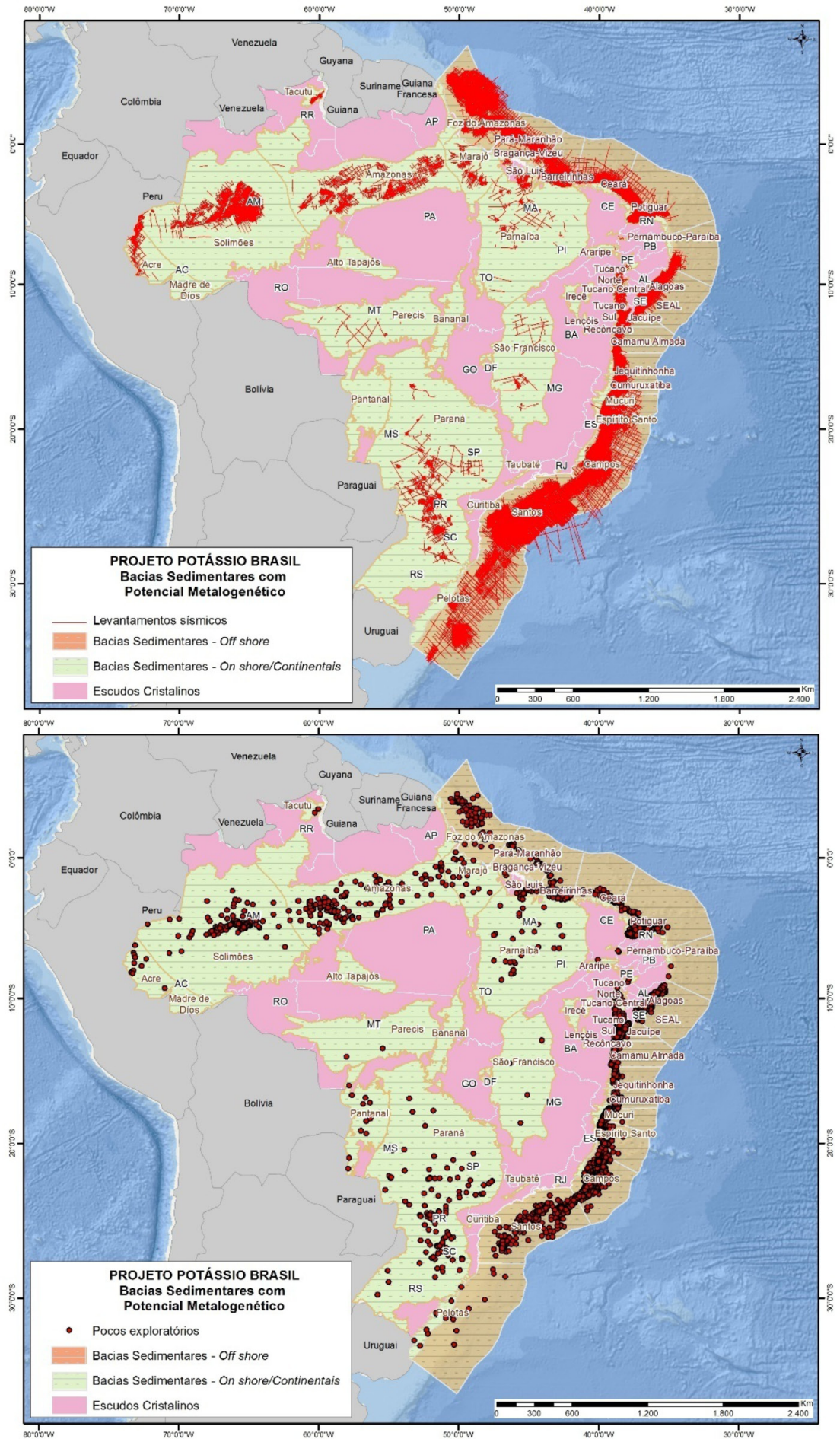


Figura 9 – Localização das seções sísmicas e poços existentes no acervo da base de dados da ANP.

- (b) a necessidade de se investigar amplas áreas do território nacional, cuja boa parte das bacias sedimentares está ainda muito pouco estudada em nível de detalhe (mapeamento, estratigrafia, evolução), ou não se dispõe de dados provenientes de ferramentas analíticas modernas (geofísica terrestre de alta resolução, estratigrafia química); e
- (c) a necessidade de manipulação de elevado volume de dados sísmicos de reflexão (tratamento/interpretação), de perfilagem elétrica dos poços objetos de sondagem e revisão/descrição de grande acervo de testemunhos existentes, visando a identificação de níveis evaporíticos e seu encaminhamento para análise química.

Dentro do conceito estratégico, em especial para o setor agropecuário e de fertilizantes, os objetivos propostos na fase III (PAC III) mantém as prioridades para determinação e valoração dos alvos estudados para possível pesquisa exploratória. Destacam-se algumas das principais bacias sedimentares do país e de províncias alcalino-carbonatíticas conhecidas, sendo que futuramente outras áreas poderão vir a ser selecionadas para continuidade dos trabalhos em curso. Além disso, investimentos adicionais futuros poderão se tornar necessários em caso de avaliação mais aprofundada das áreas selecionadas, por exemplo, com levantamentos prospectivos de detalhe e realização de sondagens (furos estratigráficos), onde poderiam estar inseridos geofísica terrestre, geoquímica e mapeamento de detalhe.

3 – AMPLIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES EXPLORATÓRIAS: MINERAIS TECNOLÓGICOS E OS PROJETOS DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE TERRAS RARAS E LÍTIO NO BRASIL

O projeto Avaliação do Potencial de Terras Raras no Brasil (2011-2015) realizou o levantamento dos depósitos e ocorrências com potencial econômico para exploração de terras raras no Brasil. O objetivo foi tornar acessível à comunidade acadêmica, e aos empresários do setor mineral, um produto com o potencial de Terras Raras no Brasil, onde estão reunidos os principais conceitos sobre os Elementos Terras Raras, bem como os depósitos e ocorrências mais importantes do território brasileiro.

Este trabalho se baseou num extenso levantamento bibliográfico de projetos de pesquisa realizados no Brasil pelos diferentes órgãos governamentais e do setor privado. Nas décadas 1980 e 1990, a CPRM executou alguns projetos de pesquisas voltados para Terras Raras, tais como Morro dos Seis Lagos (AM), Serra do Repartimento (RR) e Costa Marques (RO). Como resultado, a pesquisa apresenta áreas com maior potencialidade para exploração de Terras Raras e também uma breve análise de cenários futuros para este commodity.

O projeto Avaliação do Potencial de Lítio no Brasil ainda não teve finalizada sua primeira fase (2012-2016), que corresponde a um estudo detalhado da região do médio rio Jequitinhonha, que representa parte da Província Pegmatítica Oriental do Brasil, no nordeste de Minas Gerais, principal área produtora e detentora das reservas de lítio do Brasil. Além disso, será apresentado um levantamento bibliográfico de outras áreas com ocorrências de minerais de lítio no país, mostrando um estado da arte de áreas com potencial geológico similar. As áreas abordadas são a Província Pegmatítica da Borborema, nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, a Subprovíncia de Solonópole, no Ceará, a região leste de Minas Gerais, a região de São João Del Rei, no sul de Minas Gerais, o noroeste do Rio de Janeiro e sudeste de Minas Gerais, a região de Itambé, no sul da Bahia, e a região no sul do estado de Tocantins.

Durante as atividades do projeto houve um uso intensivo de ferramentas de sensoriamento

remoto (fotos aéreas e imagens de satélites), além do tratamento de dados geoquímicos e geofísicos. De modo a apoiar as diretrizes metodológicas, foram criados grupos de trabalho que atuaram de forma sincronizada e integrada, abordando questões da geologia geral da região, com ênfase nos aspectos relevantes para as mineralizações de lítio (controles geológicos, estruturais, metamórficos e estratigráficos), e grupos voltados para os estudos geofísicos e espectrais.

O grupo da geologia esteve responsável pela produção de mapa geológico/estrutural de compilação, incluindo também o mapeamento geológico de algumas áreas visando à resolução de problemas cartográficos relevantes no âmbito das mineralizações de lítio. Esta atividade contou também com o estudo petrográfico e litogeoquímico dos granitos hospedeiros da mineralização e, ainda, o estudo das paragêneses metamórficas dos metassedimentos encaixantes dos pegmatitos mineralizados, com o objetivo principal de se identificar domínios graníticos férteis. A cronologia do posicionamento dos granitos especializados relativamente à tectônica registrada nas rochas encaixantes constitui fator relevante (Cerný, 1991), visto que a maioria dos pegmatitos LCT (Lítio-Césio-Tântalo) são sintectônicos tardios a pós-tectônicos precoces (modelo exploratório).

O grupo de trabalho voltado diretamente às mineralizações de lítio teve como tarefa primordial o estudo dos principais jazimentos e ocorrências de lítio, e de suas rochas encaixantes, envolvendo a amostragem de minerais dos pegmatitos e de solos para estudos espectrais. A descrição desses jazimentos e ocorrências de lítio (e de suas rochas encaixantes) visa possibilitar o conhecimento e a espacialização dos aspectos descritivos e genéticos das mineralizações e das diferentes tipologias de minério e de seu valor econômico aparente, bem como determinar a relação dos corpos pegmatíticos mineralizados com as rochas encaixantes. Estudos de química mineral dos pegmatitos constituíram

também importantes ferramentas prospectivas em pesquisas deste tipo de mineralização.

O grupo de trabalho voltado aos estudos geofísicos utilizou os dados de aerolevantamentos gamaespectrométricos (canais Contagem Total, Potássio, Urânio e Tório, e suas razões) e magnetométricos (Campo Magnético Total e seus produtos derivados: Sinal Analítico, Derivadas de Primeira e Segunda Ordem, etc.) com o objetivo de atender principalmente a duas importantes vertentes relativas ao escopo do projeto: a) contribuir com a cartografia geológica, aperfeiçoando a delimitação das áreas de ocorrência dos granitoides hospedeiros e das unidades metassedimentares encaixantes; b) avaliar, com base nas ocorrências conhecidas de pegmatitos, a possibilidade de se discriminar zonas de alteração hidrotermal nas rochas hospedeiras.

O grupo de trabalho voltado aos estudos espectrais se dedicou em laboratório à medição da reflectância das amostras coletadas no campo e ao rastreamento, em imagens Aster, de assinaturas específicas que pudessem indicar a presença de corpos pegmatíticos mineralizados a lítio no terreno.

A política voltada para o estudo sistemático das mineralizações de fosfato, terras raras, lítio, e agora de potássio, mostra o comprometimento do Serviço Geológico do Brasil - CPRM na execução das políticas governamentais, proporcionando um aumento no conhecimento geológico em trabalhos temáticos, de caráter estratégico, contribuindo assim para o desenvolvimento nacional, subsidiando a formulação de políticas públicas para as tomadas de decisão de investimento no setor mineral.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAM, M.B.; PORTO, C.G.; BAHIANSE, I.C.; BRITO, R.S.C. (orgs). Projeto Fosfato Brasil - Parte 1. 2011. CPRM, Salvador.
- ABREU FILHO, W.; BORGES, F.R.; ABRAM, M.B. (orgs). Projeto Fosfato Brasil – Estado de Mato Grosso: áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra. Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para a Agricultura, no. 14, CPRM, Goiânia, 2011. 159p.
- ANDA/SIACESP. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Anuário estatístico do setor de fertilizantes, São Paulo, 2013.
- CERNY, P. Rare-element granitic pegmatites, Part II. Regional to global environments and petrogenesis. *Geoscience Canada*, [S.L.], v.18, n.2, p.68-81. [S.N.] 1991.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Sumário mineral: Lítio. 2014. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7409>. Acesso em: 22 dez. 2015.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Sumário mineral: terras-raras. 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7409>. Acesso em: 23 jul. 2014.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO EM MINERAÇÃO - EDEM. Projeto Morro do Ferro Poços de Caldas. Goiânia, [2014]. Disponível em: <<http://www.edemprojetos.com.br/projetos/projeto-morro-do-ferro-pocos-de-caldas>>. Acesso em: 18 mar. 2014.
- HOATSON, D. M.; JAIRETH, S.; MIEZITIS, Y. The major rare-earth-element deposits of Australia: geological setting, exploration, and resources. *Australia: Geoscience Australia*, 2011. 204 p.
- LAPIDO- LOUREIRO, F. E. V. Terras raras no Brasil: depósitos, recursos identificados e reservas. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 1994. 189 p.
- LIMA, I.B., LEAL FILHO, W. (eds). *Rare Earths Industry – Technological, Economic and Environmental Implications*. Elsevier, 424 p. 2015.
- ORRIS, G. J.; GRAUCH, R. I. Rare earth element mines, deposits, and occurrences: open-file report 02-189. Washington, DC: U.S. Geological Survey, 2002. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/of/2002/of02-189/of02-189.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2013.
- RIBEIRO, C.C. Geologia, geometalurgia, controles e gênese dos depósitos de fósforo, terras raras e titânio do complexo carbonatítico Catalão I, GO. 2008. 408 f. Tese (Doutorado em Geociências)- Curso de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ROCIO, M. A. R.; SILVA, M. M.; CARVALHO, P. S. L; CARDOSO, J. G. R. Terras-raras: situação atual e perspectivas. *BNDES Setorial*, n. 35, p. 369-420, 2012. Disponível em: <http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3511.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2013.
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 2015. Mineral Commodity Summaries. Lithium. January 2015, p. 100-101.

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado - Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul - Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.
Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis - Rondônia, 2000.
Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia - Rondônia, 2000
Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul - Rondônia, 2000.
Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta - Rondônia, 2000.
Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia - Rondônia, 2000.
Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia - Rondônia, 2000.
Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha - Mato Grosso, 2000.
Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo - Roraima, 2000.
Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara - Goiás, 2000.
Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira - Tocantins, 2000.
Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás, 2000.
Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé - Rondônia, 2000.
Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava - Goiás, 2000.
Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal - Rondônia, 2000.
Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné - Mato Grosso, 2000.
Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário - Rondônia, 2000.
Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Baciado Paraná - 2000.
Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta - Mato Grosso, 2000.
Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre - Mato Grosso, 2000.
Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí - Mato Grosso, 2000.
Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari - Roraima, 2000.
Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça - Pará, 2001.
Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté - Pará, 2001.
Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto – Goiás, 2010.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.
Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.
Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.
Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.
Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.
Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.
Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.
Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.
Nº 09 - Área BA-15 Caripará - Bahia, 1997.
Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.
Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997
Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.

- Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.
Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá - Roraima, 1997.
Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari - Amapá/Pará, 1997.
Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto - Ceará, 1997.
Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis - Goiás, 1997.
Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada - Pará, 1997.
Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar - Santa Catarina, 1997.
Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé - Amapá, 1997.
Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul - Bahia, 1997.
Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará - Pará/Amapá, 1997.
Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás - Pará, 1997.
Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque - Pará, 1997.
Nº 30 - Área PA-11 Xinguara - Pará, 1997.
Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim - Paraíba/Pernambuco, 1997.
Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho - Amapá, 1997.
Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru - Amapá, 1997.
Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga - Pará/Amapá, 1997.
Nº 35 - Área PA-17 Caracol - Pará, 1997.
Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho - Pará, 1997.
Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo - Pará, 1997.
Nº 38 - Área PA-08 São Félix - Pará, 1997.
Nº 39 - Área PA-21 Marupá - Pará, 1998.
Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande - Pará, 1998.
Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade - Tocantins, 1998.
Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco - Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.
Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante - Goiás/Tocantins, 1998.
Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta - Mato Grosso/Pará, 1998.
Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente - Mato Grosso, 1998.
Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra - Amazonas, 1998.
Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá - Goiás, 1998.
Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu - Ceará, 1998.
Nº 49 - Área PA-06 Manelão - Pará, 1998.
Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga - Pará/Amazonas, 1998.
Nº 51 - Área MG-07 Paracatu - Minas Gerais, 1998.
Nº 52 - Área RO-05 Colorado - Rondônia/Mato Grosso, 1998.
Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré - Tocantins, 1998.
Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança - Rondônia, 1998.
Nº 55 - Área RO-03 Parecis - Rondônia, 1998.
Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera - Roraima, 1998.
Nº 57 - Área GO-04 Goiás - Goiás, 1998.
Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 60 - Área PE-01 Serrita - Pernambuco, 1998.
Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes - Paraná, 1998.
Nº 62 - Área MG-01 Pitangui - Minas Gerais, 1998.
Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco - Pará, 1998.
Nº 64 - Área PA-13 Madalena - Pará, 1998.
Nº 65 - Área AM-01 Parauari - Amazonas/Pará, 1999.
Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte - Bahia, 1999.
Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú - Roraima, 1999.

- Nº 68 - Área RR-05 Apiaú - Roraima, 1999.
- Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias - Amazonas, 1999.
- Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso, 2000.
- Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi - Amazonas, 2000.
- Nº 72 - Área RR-02 Mucajaí - Roraima, 2000.
- Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajari - Roraima, 2000.
- Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte - Bahia, 2000.
- Nº 75 - Área MG-04 Serro - Minas Gerais, 2000.
- Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul - Bahia, 2000.
- Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete - Minas Gerais, 2000.
- Nº 78 - Área MG-05 Itabira - Minas Gerais, 2000.
- Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados - Minas Gerais, 2000.
- Nº 80 - Área BA-14 Correntina - Bahia, 2000.
- Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul - Bahia, 2000
- Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro - Bahia, 2000.
- Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul - Bahia, 2000.
- Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé - Mato Grosso, 2000.
- Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres - Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro - Natureza e Métodos, 1998.
- Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
- Nº 04 - Gold Prospecting National Program - Subject and Methodology, 1998.
- Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas – Municípios de Manaíra e Princesa Isabel - Paraíba, 1998.
- Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
- Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000
- Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso – Goiânia, 2008.
- Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

- Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.
- Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul, 2000.
- Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.
- Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.

- Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
- Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
- Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
- Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
- Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.
- Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil – Parte I, 2011.
- Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil – Estado de Mato Grosso – Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.
- Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) – Goiânia, 2012.
- Nº 16 – Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015.

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

- Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
- Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul, 1998
- Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul - Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso – O Fórum de Juína – Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II – Estado do Piauí, Teresina, 2015.
- Nº 09 - Aluviões Diamantíferos da Foz dos Rios Jequitinhonha e Pardo - Fase I – Estado da Bahia, Salvador, 2015.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS - EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 03 - Cobre de Bom Jardim - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira - Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção - Estado da Bahia, 2001.
- Nº 06 - Turfa de Caçapava - Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 08 - Ouro de Natividade - Estado do Tocantins, 2000.
- Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari - Estado do Pará, 2001.
- Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado de Tocantins, 2000.
- Nº 11 - Fosfato de Miriri - Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.
- Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 13 - Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 15 - Nióbio de Uaupés - Estado do Amazonas, 1997.
- Nº 16 - Diamante do Rio Maú - Estado da Roraima, 1997.
- Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas - Estado de Sergipe, 1997.
- Nº 19 - Diamante de Santo Inácio - Estado da Bahia, 2001.
- Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
- Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 2000.
- Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region - State of Pará - Executive Summary, 2000.
- Nº 24 - Turfa de São José dos Campos - Estado de São Paulo, 2002.
- Nº 25 - Lead in Nova Redenção - Bahia State, Brazil, 2001.

SÉRIE DIVERSOS

Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.

Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba - Belém, 1997.

Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco - Folha Belém do São Francisco - Escala 1:250.000 - Recife, 2000.

Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências - Salvador, 2001.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

Nº 01 – Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará – Recife, 2007.

SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

Nº 01 – Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) – Manaus, 2007.

Nº 02 – Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador – Salvador, 2008.

Nº 03 – Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas – Manaus, 2008.

Nº 04 – Projeto Rochas Ornamentais de Roraima – Manaus, 2009.

Nº 05 – Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno – Porto Velho, 2010.

Nº 06 – Projeto Quartzo Industrial Dueré-Cristalândia – Goiânia, 2010.

Nº 07 – Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju – Salvador, 2011.

Nº 08 – Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo – Rio de Janeiro, 2012.

Nº 09 – Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife – Recife, 2012.

Nº 10 – Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho – Porto Velho, 2013.

Nº 11 – Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – São Paulo, 2014.

Nº 12 – Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal – Recife, 2015.

Nº 13 – Materiais de Construção Civil para Vitória da Conquista, Itabuna-Ilhéus e Feira de Santana – Salvador, 2015.

Nº 14 – Projeto Materiais de Construção da Região de Marabá e Eldorado dos Carajás – Belém, 2015.

Nº 15 – Panorama do Setor de Rochas Ornamentais do Estado de Rondônia – Porto Velho, 2015

Nº 16 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Goiânia – Goiânia, 2015

SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS

Nº 01 – Projeto BANEO – Bacia do Camaquã – Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-eopaleozóicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2008

Nº 02 – Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.

Nº 03 – Projeto BANEO – Bacias do Itajaí, de Campo Alegre e Corupá – Metalogenia das Bacias Neoproterozoico-eopaleozoicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2015

SÉRIE PROVÍNCIAS MINERAIS DO BRASIL

Nº 01 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM, Brasília, 2015

Nº 02 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Tróia-Pedra Branca, Estado do Ceará, Fortaleza, 2015

Nº 03 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste do Tapajós, Estado do Pará, Brasília, 2015

SÉRIE MINERAIS ESTRATÉGICOS

Nº 01 – Diretrizes para Avaliação dos Minerais Estratégicos: Fosfato, Potássio, Terras Raras e Lítio, 2015

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Minerais Estratégicos, nº 01

Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral

DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DOS MINERAIS ESTRATÉGICOS: FOSFATO, POTÁSSIO, TERRAS RARAS E LÍTIO

O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do Programa Geologia do Brasil, objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados na forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

O presente informe inaugura a nova Série Minerais Estratégicos, que apresentará os resultados do programa Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral, contemplando os empreendimentos classificados como Avaliação do Potencial Mineral do Potássio e Fosfato no Brasil e Avaliação do Potencial de Terras Raras e Lítio no Brasil, financiados pelo Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, do governo federal.

Tanto os empreendimentos relacionados aos agrominerais (Potássio e Fosfato) quanto aos tecnológicos (Terras Raras e Lítio) são complementares e visam fomentar o interesse das empresas de mineração pela atividade de exploração mineral, uma vez que envolvem estudos temáticos de geologia básica e geologia econômica com uso intensivo de aerogeofísica de alta resolução, de geoquímica prospectiva e de técnicas analíticas avançadas em sua execução e gerenciamento.

Este relatório apresenta, além das bases conceituais dessa modalidade de trabalho, diretrizes especialmente desenvolvidas para a abordagem dos projetos selecionados, justificativas e a relação dos produtos específicos a serem disponibilizados.

Além de ser um instrumento para formulação de políticas públicas, este produto auxilia na atração de investimentos no setor mineral, fator importante para a manutenção do crescimento econômico, cujos efeitos podem resultar na geração de emprego, renda e desenvolvimento social à luz da sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

Sede

Setor Bancário Norte - SBN - Quadra 02, Asa Norte
Bloco H - 5º andar - Edifício Central Brasília
Brasília – DF - CEP: 70040-904
Tel: 61 2108-8400

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Tel: 21 2546-0212 - 61 3223-1166

Departamento de Geologia

Tel: 71 3371-8886

Departamento de Recursos Minerais

Tel: 61 2108-8486

Divisão de Projetos Especiais e Minerais Estratégicos

Tel: 92 2126-0308

Divisão Geologia Econômica

Tel: 61 2108-8485

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 2108-8468

E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372

E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697

E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997

E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br