

## CAPÍTULO 2

---

### EXPLORAÇÃO MINERAL – TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

*Elpidio Reis\**; *Cristina P. Bicho\*\**; *Eduardo Melo \*\*\**

#### 1. INTRODUÇÃO

Exploração (ou pesquisa) mineral é uma atividade mundial que movimentou, em 2005, mais de US\$5 bilhões. Estes recursos de risco, dedicados exclusivamente ao descobrimento de novas jazidas minerais, são investidos desproporcionalmente em poucos países. O Brasil, devido à sua reconhecida fertilidade geológica e mineral, além da exposta produção de minérios de ferro, bauxita, dentre outros, tem se mantido entre os dez maiores captadores destes investimentos.

O Canadá tem liderado a lista destes países, com 19% do total captado, sendo seguido pela Austrália, com 13%. Em 2005, o Brasil perdeu a oitava posição para o Chile, com cerca de 3% do investimento total. A Argentina, apesar de possuir 1/3 de nossa extensão territorial, também capta cerca de 3%, o que reflete nossa timidez em atrair capital.

Investimentos em exploração mineral são altamente voláteis entre países receptores e refletem a percepção de investidores quanto ao potencial mineral, à capacidade de investimento nas várias fases da mineração e ao risco inerente à atividade e ao país.

Embora possua um crescente número de empresas de pequeno porte, denominadas juniores, que captam grande volume de recursos nas bolsas de valores de Toronto, Sidney, Londres, Nova Iorque e Vancouver, no Brasil, o investimento em exploração mineral é liderado pelas grandes empresas multinacionais, tais como: CVRD, BHP Billiton, Rio Tinto, Alcoa, Alcan, Falconbridge, Votorantim, dentre outras.

Em uma visão de futuro, a captação destes recursos de risco ocorrerá de forma crescente somente se o país mantiver estabilidade nas regras que regem a atividade mineral e estabilidade econômica/social.

No Brasil, não existe investimento de risco em exploração mineral proveniente de bolsas nacionais. O recente lançamento de ações da empresa MMX na bolsa brasileira reflete investimentos em projetos avançados de minério de ferro e metalurgia, e não um investimento de risco em pesquisa mineral.

A exploração mineral é o setor da indústria mineral que apresenta o maior risco, devido às incertezas decorrentes da complexidade dos jazimentos minerais. Em contrapartida, é

---

\* Consultor independente.

\*\* Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

\*\*\* Kinross Américas.

o investimento capaz de proporcionar o maior retorno ao investidor. A diferença entre o sucesso e o insucesso da atividade é a descoberta de um depósito mineral que seja economicamente viável de acordo com os padrões econômicos vigentes.

Outro valor relevante associado à pesquisa mineral é o pioneirismo relacionado ao desenvolvimento de pesquisa mineral em áreas de difícil acesso, baixa densidade populacional e regiões remotas, como a Amazônia e o Nordeste. O desbravamento destas regiões e a subsequente atividade mineira são reconhecidos nos grandes países mineradores, como o Canadá, Austrália, África do Sul e Chile, como atividades pioneiras de desenvolvimento socioeconômico, sendo responsável por uma parcela significativa do produto interno bruto do país.

## **2. ATIVIDADES DA EXPLORAÇÃO MINERAL**

Desde a década de 60, quando a exploração mineral sistemática se iniciou no Brasil, empresas de exploração têm acumulado sucessos e insucessos em novas descobertas. Entretanto, por diversas razões, as atividades da exploração que promoveram o sucesso (ou insucesso) não são amplamente divulgadas, sendo consideradas, por algumas empresas, segredos industriais.

De forma a obter, no futuro, maior sucesso em novas descobertas, temos a necessidade de analisar individualmente estas atividades no Brasil e compará-las com aquelas praticadas em outros países líderes em exploração:

- Sensoriamento remoto: o sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado no mapeamento geológico, na seleção de ambientes prospectivos e na identificação de depósitos minerais. Dentre as ferramentas disponíveis, destacam-se as imagens dos sensores óticos e radar, obtidas por satélites ou levantamentos aerotransportados, e as fotografias aéreas convencionais.
- Aerogeofísica: aerolevantamentos geofísicos específicos para alvos minerais, incluindo gamaespectrometria, eletromagnetometria, gravimetria e magnetometria.
- Mapeamento geológico: refere-se à atividade de campo, executada por geólogos e técnicos de mineração, que compreende observar detalhes físicos, geológicos e mineralógicos e transferir estes dados para mapas geológicos em várias escalas pré-estabelecidas. Esta atividade é suportada por dados de datações de rocha, geofísica, geoquímica, botânica, bem como demarcações de reservas federais e municipais, terras indígenas, parques florestais e áreas de exclusão da atividade mineral, como áreas urbanas etc. Estes mapas são utilizados amplamente no mundo como ferramenta básica na pesquisa mineral.
- Geoquímica: métodos geoquímicos incluem a caracterização química de solos, rochas, plantas, água e ar. Salientamos geoquímica de sedimento de corrente, geoquí-

mica de solo e rocha, biogeoquímica e também captação de emissões de gases provenientes da degradação de certos minerais *e.g.* sulfetos.

- Geofísica terrestre: a geofísica terrestre vem sendo aplicada no Brasil há mais de 60 anos, sendo desenvolvida com alto grau de sofisticação e precisão, principalmente com a popularização do GPS portátil. Dentre as metodologias mais utilizadas no Brasil, destacam-se: magnetometria terrestre, métodos eletromagnéticos (EM), polarização induzida e resistividade (IP), gravimetria, radar e sísmica de reflexão e refração.
- Sondagem: refere-se aos métodos mecânicos de penetração no solo e na rocha, que permitem recuperar material suficiente para sua identificação através de análises química e física. Dentre os tipos de sondagem, incluem-se: sondagem rotativa a ar - RAB, percursiva, circulação reversa percursiva - RC, testemunhagem a ar (*air-core*) e rotativa a diamante (testemunhagem).
- Estimativa de recursos e reservas: somatório do volume de minério calculado de seções geológicas multiplicado pela densidade aferida e teor químico dos minerais ou minério produto ou subproduto. Recurso mineral refere-se a minerais e metais de interesse e potencial econômico. Reservas de minério referem-se ao minério de comprovada viabilidade econômica.
- Estudos de viabilidade: avaliação, em vários níveis de precisão, de dados geológicos, de mineração e processamento e concentração de minério, comercialização, meio ambiente, legal e da economicidade de depósitos minerais.

### 3. SITUAÇÃO ATUAL DESTAS ATIVIDADES

Uma análise da aplicação, estado-da-arte e desenvolvimento das atividades de exploração mineral realizadas nos últimos 50 anos, no Brasil, está descrita em seguida:

#### 3.1 Sensoriamento remoto

No Brasil, a utilização do sensoriamento remoto para a geologia tem como marco fundamental o início da década de 70. Neste período foi executado o Projeto Radam, maior programa de levantamento de radar aerotransportado já realizado no mundo. Inicialmente desenvolvido para a Amazônia, o projeto foi posteriormente estendido para todo o país, passando a se chamar RadamBrasil. As imagens de radar foram essenciais para a evolução do conhecimento geológico do país, pois, a partir da interpretação destas imagens, foram elaborados os primeiros mapeamentos geológicos sistemáticos do Brasil. O uso do radar permitiu a obtenção de imagens da Amazônia, pela primeira vez, livre de nuvens. Durante mais de uma década, as imagens de radar do RadamBrasil e as fotografias aéreas constituíram as bases de dados de sensoriamento remoto utilizadas no mapeamento geológico e na prospecção mineral.

Em julho de 1972, a NASA lançou o satélite imageador ERTS1, posteriormente batizado Landsat. A difusão das imagens do Landsat demorou a ocorrer no Brasil, ficando restrita, durante a década de 70 e meados dos anos 80, principalmente, ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e ao meio acadêmico. Atualmente, as cenas do Landsat estão entre as mais difundidas em todo o mundo e, no Brasil, são utilizadas rotineiramente pelas empresas de mineração, pelo Serviço Geológico do Brasil/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – SGB/CPRM e por órgãos de fomento do governo.

Lançado em 1978, o programa SPOT do governo francês não teve a mesma aceitação na comunidade geológica que o programa Landsat, visto que as características espectrais do SPOT não são adequadas ao mapeamento geológico.

Na década de 90 e início dos anos 2000, ocorreu uma "avalanche" de lançamentos de novos satélites, incluindo sensores radar (Ers, Jers e Radarsat), sensores óticos multiespectrais (Áster, CBERS, Irs, Ikonos, Quickbird) e hiperespectrais (Hyperion). Estes novos satélites trouxeram melhoras na frequência temporal e nas resoluções espectral e espacial. A maior diversidade de imagens, aliada à redução de custos dos programas de processamento de imagens, possibilitou o uso extensivo das imagens na exploração mineral. Atualmente, a utilização de imagens é premissa básica para qualquer programa de mapeamento geológico. Na prospecção mineral, por exemplo, a interpretação de imagens propicia maior rapidez e eficiência para a definição de alvos.

Cabe ressaltar a importância do lançamento do satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestre - CBERS, em 1999. Com ele, o Brasil ingressou no seleto grupo de países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto. Além desta conquista tecnológica, a política de disponibilização gratuita das imagens CBERS vem permitindo a disseminação cada vez maior do uso do sensoriamento remoto nas diversas áreas de aplicação. O lançamento do CBERS 3, previsto para 2008, permitirá o acesso gratuito a imagens com cinco metros de resolução.

O Brasil tem ainda um enorme potencial de crescimento, quando se considera o programa do Sistema de Vigilância da Amazônia – SIVAM. A concepção do SIVAM incluiu a aquisição de sensores multiespectrais e de radares aerotransportados que foram instalados em aeronaves pertencentes à Força Aérea Brasileira (FAB). A capacidade instalada permite gerar uma enorme massa de dados sobre a Amazônia legal.

O sistema de radar instalado nas aeronaves R99 da FAB permite o imageamento do terreno nos comprimentos de onda das bandas X e L (3,6 e 23 cm, respectivamente). Na banda L, o radar do R99 é multipolarimétrico e possui resoluções de 3, 6 ou 18 metros. O sensor da banda X corresponde a um radar interferométrico, que permite a geração de modelos digitais de elevação. É importante salientar que, por serem capazes de obter imagens do terreno mesmo sob condições atmosféricas adversas, os radares representam os melhores sistemas imageadores para a Amazônia. Além dos sensores de radar, as ae-

ronaves do Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM possuem um sensor MSS com 31 canais (28 VIS/NIR, 2 SWIR, 1 termal) e um sensor ótico/infravermelho (OIS).

Somando-se as potencialidades das bandas X e L do sensor R99, o país também é detentor da tecnologia de radar que utiliza o comprimento de onda da banda P (75cm). Desenvolvido por uma empresa brasileira (Orbisat), o OrbiSar 1 corresponde a um sistema de radar interferométrico que utiliza duas frequências de mapeamento simultâneas (as bandas X e P), que permitem gerar modelos digitais de superfície (MDS) e de terreno (MDT). O MDS representa a superfície do topo dos objetos, incluindo a copa das árvores, enquanto o MDT representa a elevação do solo, excluindo a vegetação da floresta. Deve-se mencionar que a banda P é a única opção operacional viável para geração de modelos digitais abaixo da copa das árvores na Amazônia, já que a outra possível opção, o LIDAR (*Light Detection and Ranging*), apresenta grandes limitações em regiões de florestas densas. O sistema da OrbiSat possui resolução espacial de até 25cm e precisão altimétrica de até 12,5cm.

Finalmente, cumpre mencionar a intenção de lançamento do satélite MapSar, um radar orbital a ser desenvolvido em conjunto pelo INPE e Agência Espacial da Alemanha – DLR. Este satélite está em fase de aprovação pela Agência Espacial Brasileira, tendo sido concluída a fase de viabilidade detalhada. As características previstas para o MapSar incluem a utilização da banda L, operações em polarização única, dual e quad-pol, incidência de 20 a 45° e resoluções espaciais de 3, 10 e 20m.

Conforme exposto acima, o Brasil tem hoje uma oportunidade única de se tornar um dos maiores centros de excelência em radar. Os sensores brasileiros R99, OrbiSar e MapSar sintetizam todas as características possíveis para as tecnologias de radar atuais. Apesar do domínio destas tecnologias, não existe massa crítica de corpo técnico no país, o que limita a disseminação do uso e desenvolvimento de aplicações do radar. Neste contexto, é importante a participação do SGB/CPRM no processo de fomento de uso destas imagens, especialmente nos mapeamentos geológicos. Através de convênios com o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), foram realizados sobrevôos do sensor radar R99 em áreas de mapeamento do SGB/CPRM (ex. região de Anapu). É de extrema importância que este procedimento se estenda para todas as áreas de mapeamento, tanto na Amazônia como no restante do país. Procedendo desta forma, o SGB/CPRM teria um ganho substancial de informação para seus mapeamentos, além de estimular o uso e o desenvolvimento de novas técnicas de processamento e interpretação de imagens de radar.

Em relação aos sensores óticos, problemas operacionais ainda impedem a geração de imagens multiespectrais do SIPAM. No entanto, tão logo sejam reparados os problemas, o SGB/CPRM deveria adotar uma sistemática de uso rotineiro destes dados em seus mapeamentos. Neste caso, deveria enfatizar as áreas com menor cobertura vegetal, onde os sensores multiespectrais, teoricamente, produzem melhores resultados. Ainda na fase de

testes, seria adequada a participação do SGB/CPRM na validação dos dados do MSS, testando seu uso nos mapeamentos geológicos.

A política de distribuição gratuita de imagens CBERS adotada pelo INPE, a comercialização de cenas Áster a custos irrisórios adotada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e Remote Sensing Technology Center (RESTEC), agência espacial do Japão, bem como a disponibilização de um banco de imagens pelo Google, mostram a tendência mundial de disseminação de dados de sensoriamento remoto. Para o Brasil, seria de extrema importância que esta política de distribuição gratuita/baixo custo incluísse os dados dos sensores R99 pelo SIPAM, ao menos no que se refere ao uso destes dados pelos órgãos parceiros e comunidade científica. Ao estimular o uso das imagens do SIPAM nos mapeamentos geológicos sistemáticos, o SGB/CPRM estaria contribuindo muito para a formação de massa crítica em sensoriamento remoto no país.

### 3.2 Aerogeofísica

Em termos de geofísica aérea, o Brasil está bem servido com diversos programas de aerolevantamentos gamaespectrométricos e magnetométricos desenvolvidos em várias regiões. O sistema de gravimetria aérea desenvolvido pela Fugro (*Triaxial Gradiometer System*) e Falcon já está disponível no Brasil, sendo, até o momento, mais utilizado na pesquisa de petróleo.

Como exemplo de programas de aerolevantamentos geofísicos executados pelo Serviço Geológico do Brasil pode-se citar:

- 1971: MG – Projeto Brasil-Alemanha, (mag+gama), 570.000km<sup>2</sup>
- 1992: MG – Rio das Velhas, (mag+gama+HEM), 1.700km<sup>2</sup>.
- 2001: MG, (mag+gama), 72.000km<sup>2</sup>.
- 2005: Goiás – Mara Rosa, (mag + gama), 11.420km<sup>2</sup>.
- 2005: Goiás – Faixa Brasília Sul, (mag + gama), 33.713km<sup>2</sup>.
- 2006: Bahia – Companhia Bahiana de Pesquisa Mineral (CBPM) e SGB/CPRM (mag+gama), Campo Alegre de Lourdes-Mortugaba, 71.500km<sup>2</sup>; Ibitiara - R Contas, 11.000km<sup>2</sup>.
- 2006: Tocantins (mag + gama), 75.564km<sup>2</sup>.
- 2006: Sudeste de Rondônia (mag + gama), 43.146km<sup>2</sup>.
- 2006: Amapá – (mag + gama), 50.557km<sup>2</sup>.
- 2006: MG – Área 7 e 8, (mag+gama), 117.000km<sup>2</sup> (a licitar).

O Brasil, desta forma, está atualizado no que se refere ao acesso à tecnologia de sensoriamento e geofísica, e uma única nota de potencial melhoria refere-se à simplificação nos trâmites de entrada de equipamentos e aeronaves específicos para esta atividade no país.

### **3.3 Mapeamento geológico e coleta de dados**

Esta é a tarefa mais importante na exploração mineral e, talvez, a mais negligenciada. No início da década de 70, os mapeamentos geológicos do Brasil tiveram sua fase glória, com integração do Brasil em escala 1:250.000 e em escalas menores, em distritos mineiros e áreas de interesse específico. Esta atividade era exercida por centenas de geólogos de campo, tanto governamentais quanto de universidades, e da indústria privada subcontratados para este fim. Esta atividade proporcionou excelentes avanços no conhecimento de nossa geologia e, por conseguinte, do nosso subsolo. Nas últimas décadas, entretanto, esta atividade foi colocada em segundo plano, o que acarretou perda significativa em termos de tecnologia e experiência em mapeamento e interpretação estrutural, geológica e geoquímica de campo. Sem estes elementos básicos, as empresas de exploração têm que aplicar os caros e raros recursos em captação de dados que já deveriam estar disponíveis pelo sistema público (SGB/CPRM/DNPM).

O Brasil, como todo o mundo, enfrentou pelo menos uma década de depressão no preço dos metais, deixando de atrair jovens para cursos de geologia, o que acarretou uma deficiência na quantidade e qualificação de novos profissionais no mercado de trabalho. Tal fato caracterizou uma maior limitação desta atividade e perda de continuidade do conhecimento profissional.

Nos últimos dois anos, um número significativo de programas de mapeamento foram elaborados ou estão em progresso.

Em maio deste ano, o SGB/CPRM lançou o mapa geológico do estado do Amazonas e a Minerais do Paraná (MINEROPAR), as cartas geológicas do estado do Paraná (em 1:250.000), que são uma comprovação da capacidade técnica existente no país. Além disso, a parceria do SGB/CPRM com as Universidades é uma das ações mais importantes do Programa de Geologia do Brasil (PGB). Já estão em andamento mapeamentos geológicos, na escala 1:100.000, com 10 universidades (UFRGS, UNISINOS, UnB, UERJ, UFRJ, UFMG, UFOP, UFBA, UFRN, UFPE e UFC) gerando 41 novas folhas.

### **3.4 Geoquímica**

O projeto Brasil-Canadá, na década de 70, marcou o início da caracterização química de nosso solo e subsolo e gerou um grande banco de dados, utilizado até hoje por empresas de exploração. Infelizmente esta cobertura teve uma área limitada e não teve seqüência em termos de planejamento de longo prazo. Outros programas geoquímicos regionais existiram, mas ficaram restritos a áreas de interesse específico.

No que se refere a análises químicas de água, solo e rocha, bem como metais e ligas, o Brasil sempre teve acesso à tecnologia de ponta, com inúmeros laboratórios comerciais, de empresas públicas e universidades oferecendo estes serviços.

A geoquímica moderna introduziu sistemas de controle de qualidade mais conhecidos, como QA/QC, que regem as normas e procedimentos utilizados nos laboratórios químicos, em adição aos padrões ISO. Estas normas de qualidade e precisão de análises químicas de minério são a base para estimativas de teores de recursos e reservas.

O Brasil tem hoje um número reduzido de laboratórios que emitem resultados certificados e esta deficiência tem impacto direto em resultados de exploração, na medida em que, com o incremento da atividade, o tempo necessário para os laboratórios retornarem os resultados é excessivo e provoca atrasos substanciais na evolução dos projetos.

### **3.5 Geofísica terrestre**

No Brasil, a aplicação de rotina de equipamentos geofísicos terrestres em prospecção mineral também data do início da década de 70. A maioria das empresas iniciou com equipamentos de magnetometria terrestre (Fluxgate e Próton) e algumas até com equipamentos simples de EM como o VHF. Para trabalhos mais complexos de IP, radar e sismologia, empresas especializadas eram usadas. Atualmente, com a sofisticação do uso de softwares avançados para tratamento de dados, os geofísicos têm gerado um maior número de anomalias, que têm ajudado na definição da qualidade dos alvos para sondagem.

A profundidade de intemperismo no Brasil tem sido um limitador na interpretação de dados elétricos e eletromagnéticos e, a exemplo da Austrália, serão necessários crescentes investimentos em desenvolvimento tecnológico de equipamentos e algoritmos de processamento para otimizar o desenvolvimento e a aplicação.

### **3.6 Sondagem**

O Canadá lidera programas de sondagem para exploração mineral com cerca de 6 milhões de metros sondados ao ano. A Austrália vem em segundo com 4,5 milhões. O Brasil sondou, em 2005, cerca de 1 milhão de metros (incluindo a sondagem em minas em produção e excluindo água). Nosso número real de metragem para exploração deve ser da ordem de 300.000 metros anuais. Atualmente, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) lidera o programa privado de sondagem brasileiro para exploração mineral com cerca de 200.000 metros anuais.

Análises químicas de amostras minerais de superfície e principalmente de sondagem são os únicos dados permitidos para estimativa de teor de reservas e recursos. Embora tenhamos um histórico de baixo volume de sondagem, o Brasil sempre teve acesso a equipamentos e tecnologia de ponta.

Nosso histórico de baixo volume de sondagem é cultural. Empresas nacionais tendem a utilizar métodos indiretos de geoquímica e geofísica antes de iniciar a sondagem. Países, como Canadá, Austrália e África do Sul, usam sondagem, principalmente percussão, como ferramenta de mapeamento e identificação de guias à mineralização.

Com o recente incremento de investimentos em mineração em todo mundo, a própria disponibilidade de sondas e pessoal especializado é um outro importante limitador de metragem no Brasil.

Alertamos que os programas de sondagem regional e estratigráfica, antes desenvolvidos pelo SGB/CPRM e órgãos estaduais, foram suspensos cerca de 30 anos atrás. Estes programas foram os alicerces do nosso avanço de conhecimento geológico, tendo sido atividade fundamental para subsidiar programas de pesquisa mineral privados. Países como Austrália e Canadá, usam programas estatais de sondagem estratigráfica e de anomalias magnéticas como grandes incentivadores de programas de exploração privados.

### **3.7 Estimativa de recursos e reservas**

Inclui cálculos matemáticos diretos (*e.g* IQD) e geoestatísticos (*e.g* Kriging) visando calcular números confiáveis de tonelagem de minério contido e teor de minerais economicamente viáveis.

Em decorrência dos escândalos da Poseidon Níquel na Austrália, em 1970, e o escândalo da Bre-X Ouro na Indonésia, em 1996, somados a um numero crescente de ações legais advindas de disputas sobre estimativas de volume de minério, a Austrália e o Canadá avançaram na padronização de descrição em relatórios de resultados de exploração e estimativas de recursos e reservas. O objetivo era estabelecer regras claras e guias práticos suficientemente detalhados para minimizar ambigüidades e interpretações de texto e cálculos de recursos e reservas. Na Austrália este guia é chamado "Código JORC" e no Canadá, "Código de Estimativas de Reservas e Recursos do CIMM". Na África do Sul é chamado "*The SAMREC Code*"- que é o código Sul Africano de reporte de resultados de exploração, recursos minerais e reservas de minério.

Investidores e empresas estrangeiras de exploração que visitam o Brasil reclamam da ausência de um código moderno (normas) de relato de resultados de exploração e estimativas de recursos minerais e reservas de minério que seja aceito internacionalmente. Esta ausência tem gerado uma falta grave na padronização da terminologia, sendo os termos "reservas geológicas" e "potencial geológico das reservas" os maiores responsáveis pela errônea interpretação de resultados e conflitos entre o vendedor e o investidor em propriedades de exploração mineral no Brasil. Até que estes problemas tenham sido corrigidos, através de normas brasileiras de padrão internacional, continuaremos a ver migração de investimento de risco ir para outros países que já se adaptaram aos novos conceitos e terminologia *e.g* Chile, Peru, Indonésia e China.

### **3.8 Estudos de viabilidade**

Esta é a atividade de exploração considerada mais complexa e exige a integração de profissionais de várias áreas trabalhando em conjunto. Na verdade quando um projeto de exploração é levado a um estudo de viabilidade, geólogos têm de definir a geologia

de um recurso mineral quase como uma ciência exata, de forma a aumentar o nível de confiabilidade e minimizar o risco. Para tal, se faz necessário definir cuidadosamente as dimensões do corpo mineralizado em três direções: através de dados de sondagem e geofísica, descrição dos furos de testemunhos de forma precisa e sistemática, análises químicas executadas em laboratórios credenciados, com duplicatas, e cheques em outros laboratórios. Estes dados serão a base do reporte qualificado dos recursos minerais e reservas de minério da jazida estudada. Além disso, durante um estudo de viabilidade, o corpo mineralizado deve ser submetido a uma detalhada investigação metalúrgica e de recuperação dos minerais econômicos. Como complemento, os assuntos legais, ambientais e de mercado, bem como aspectos econômicos de custo operacional e capital, devem ser definidos para se garantir que não haja impeditivos para se levar um corpo mineralizado ou jazida mineral ao nível de mina em produção.

No Brasil, existem empresas nacionais e internacionais especializadas em estudos de viabilidade, bem como laboratórios para testes metalúrgicos e investigação de impacto ambiental, que geram dados críticos para a definição econômica do depósito.

Numa visão futura se espera que, no Brasil, o nível de adesão e conscientização de empresas quanto a estes procedimentos cresça de tal forma que o nível técnico de avaliações seja superior ao atual, minimizando assim o risco em projetos mineiros. Quanto menor for o risco, maior será a atração para investidores na indústria de exploração e produção mineral.

### **3.9 Aspectos ambientais**

A exploração mineral não é considerada uma atividade de impacto ambiental permanente. Apesar disso, nos últimos 30 anos, empresas que desempenham esta atividade estão mais conscientes da responsabilidade de preservação de nossas florestas e recursos hídricos. Geólogos modernos de exploração usam estes conceitos no dia-a-dia em decorrência de treinamento e crescente preocupação pessoal.

## **4. CONCLUSÃO**

Em termos de avanço tecnológico para exploração mineral, o Brasil está atualizado e compete com seus pares. As principais áreas de carência residem na capacitação de corpo técnico (massa crítica) para processamento de dados, divulgação e distribuição. As maiores limitações para exploração mineral são o acesso aos dados aerogeofísicos; acesso aos dados e resultados de programas de exploração já efetuados ao longo dos anos pelas empresas privadas (via DNPM) e a ausência de um código de mineração moderno de padrão internacional (padronização de reporte de recursos e reservas minerais e reporte de avaliação de propriedades mineiras).

## 5. AGENDA DE PRIORIDADES – BRASIL 2015

Com a retomada dos mapeamentos do Subprograma de Levantamentos Geológicos Básicos do SGB/CPRM e sua correlação direta com os investimentos em exploração mineral, prevê-se para os próximos anos um aquecimento do setor e, conseqüentemente, a retomada do ciclo de geração de jazidas. O Brasil, em termos tecnológicos, tem condições de competir com os países grandes investidores na área de exploração mineral, sendo, entretanto, identificados, com a execução do painel sobre a exploração mineral, alguns entraves ao incremento dessa atividade no país.

As maiores limitações para o fomento da exploração mineral são: ausência de regras claras sobre cálculo de recursos e reservas minerais e avaliação de propriedades mineiras; carência de laboratórios de análises químicas especializados; dificuldades de acesso aos dados aerogeofísicos; e acesso aos dados e resultados de programas de exploração já efetuados ao longo dos anos pelas empresas privadas (via DNPM).

As ações prioritárias a seguir sugeridas visam minimizar essas limitações e baseiam-se nas considerações expostas no texto-base sobre o tema e nas discussões com a comunidade mineral, empresarial e geocientífica durante a execução do painel bem como nas contribuições enviadas à coordenação do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas:

- Realizar estudos para estabelecimento de regras claras e guias práticos detalhados para minimizar ambigüidades e interpretações de texto no cálculo de recursos e reservas minerais. Definição e uniformização dos termos: *Recursos* e *Reservas*, de forma a serem compatíveis com as normas aceitas em outros países, colocando novos projetos de nível internacional e fomentando investimentos em pesquisa mineral, setor importante no cenário nacional.
- Exigência pelo DNPM de que os relatórios finais de pesquisa com estudos de viabilidade sejam adequados às normas internacionais, descrevendo planejamento de lavra, processamento de minério, estudos de mercado, transporte, exportação, custo operacional e capital, capital de giro, custo de fechamento de mina e recuperação ambiental etc., dentro de normas de desenvolvimento sustentável.
- Dotar o país de um laboratório de competência reconhecida pelos órgãos credenciadores oficiais do país e do exterior, equipado e capacitado a prestar serviços analíticos que atendam, com rapidez e qualidade, a crescente demanda do setor mineral por análises químicas e físico-químicas, em água, químicas e mineralógicas, em rochas, sedimentos e minérios. Tal laboratório seria um instrumento de geração de P&D para o Brasil.
- Efetuar a avaliação do potencial mineral e a caracterização tecnológica dos recursos marinhos da zona econômica exclusiva brasileira e áreas oceânicas adjacentes, priorizando-se as fosforitas marinhas da plataforma continental do Rio Grande do Sul e

Santa Catarina, para uso como insumo de fertilizantes na agricultura, desenvolvimento de biotecnologia na prospecção de sulfetos polimetálicos de fundo marinho. Esses recursos têm atraído o investimento de parte da indústria mineral internacional em zonas econômicas exclusivas de alguns países e também em áreas internacionais, as quais estão sob a jurisdição da Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos. Trata-se de atividade de grande interesse econômico, podendo projetar a indústria mineral brasileira em áreas do Atlântico Sul, onde várias indústrias estrangeiras já se lançaram.

- Desenvolver técnicas exploratórias adequadas às condições intempéricas do território brasileiro, onde regiões de maior potencial mineral encontram-se cobertas por espessas coberturas de solo de natureza laterítica, que requerem especial atenção quanto às metodologias exploratórias a serem empregadas.
- Ampliar os programas de geoquímica regional, como apoio a projetos de cartografia geológica, introduzindo a utilização de equipamentos portáteis de raios-X e outros métodos analíticos de campo para acelerar o processo de análise de rochas e minérios.
- Criar parcerias com centros de pesquisas, tais como a CSIRO (*Commonwealth Scientific and Research Organization*), na Austrália, com o objetivo de desenvolver equipamentos geofísicos terrestres específicos à condição brasileira de intemperismo profundo ao nível de lençol freático.
- Desenvolver estudos no sentido de integrar aos mapas geológicos dados de sondagens de programas pioneiros da CPRM, inclusive furos das bacias sedimentares feitos pela Petrobras nos últimos 50 anos.
- Criar bibliotecas de sondagem, em sedes regionais do SGB/CPRM, para arquivamento de testemunhos de sondagem ou amostras de circulação-reversa, provenientes de campanhas de sondagem de empresas privadas, para amostragem e consulta a todos os interessados.
- Desenvolver programa para conscientização do profissional de exploração sobre o impacto, mesmo que temporário, causado pela atividade (superfície e subsuperfície).
- Exigir que as empresas de exploração investiguem e divulguem dados ambientais que antecedam a atividade de exploração e resultados de trabalhos executados visando a minimização do impacto ambiental em projetos de pesquisa.
- Desenvolver ações no sentido de desmistificar a exploração mineral como atividade maligna ao meio ambiente e apoiar projetos mineiros que atendam ao princípio do desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Governo lança novos levantamentos aerogeofísicos, São Paulo, *Brasil Mineral*, n. 258, 22 de junho de 2006. *Brasil Mineral on-line*. disponível em: [www.brasilmineral.com.br/BM/](http://www.brasilmineral.com.br/BM/), acesso em: junho de 2006.