

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL/CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS-DGM
DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS – DEREM
DIVISÃO DE ECONOMIA MINERAL E GEOLOGIA EXPLORATÓRIA - DIEMGE
INSTRUÇÃO TÉCNICA DIEMGE 01/2023

*Por: Gustavo Alexandre Silva – Pesquisador em Geociências – DIEMGE-RE
Ricardo Wosniak - DIEMGE-NUBA
Ruben Sardou Filho – DIEMGE – SEDE*

**ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS
(NORMATIVO)**

A presente instrução técnica objetiva padronizar as etapas da reavaliação do patrimônio mineral da CPRM, com relatórios finais de pesquisa já aprovados junto a ANM alinhadas com o praticado em outras áreas da empresa com intuito de entregar produtos com informações mais completas, confiáveis e de qualidade.

Economia Mineral e Geologia Exploratória – DIEMGE

Considerando que a atividade mineral é inequívoca fonte de desenvolvimento social, principalmente mediante a geração de empregos de qualidade, aumento da renda e arrecadação de impostos. A geração de novos empreendimentos mineiros traduz-se como essencial ao crescimento econômico e social do país. Nesse sentido, o Serviço Geológico do Brasil (SGB) desenvolve uma ação para reavaliar seu patrimônio mineral, com o principal objetivo de preparar os ativos dos quais a empresa é detentora, para futuras negociações e/ou leilões públicos, de acordo com as estratégias do Ministério de Minas e Energia (MME). A cessão desses direitos minerários apresenta-se como uma das alternativas para alavancar novos investimentos para o setor mineral brasileiro, gerando milhares de empregos diretos e indiretos, caso venham a se consolidar e ser implantados.

O empreendimento intitulado de Reavaliação do Patrimônio Mineral do SGB, tem como objetivo resgatar e reavaliar dados geológicos, geoquímicos e geofísicos gerados pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM/SGB) entre as décadas de 1970 e 1990. Atualmente, a carteira de ativos minerários do SGB está consolidada em 30 blocos referentes a 14 bens minerais, distribuídos por todo o país. Constituída por 321 processos minerários ativos na ANM, alvarás de pesquisa e relatórios finais de pesquisa aprovados. Dentre as substâncias que constituem o portfólio, incluem-se: fosfato (1), cobre (1), chumbo (1), zinco (1), ouro (4), caulim (1), níquel laterítico (2), gipsita (1), carvão (5), turfa (8), diamante (2), nióbio (1), terras raras (1) e calcário (1). Inicialmente, sabe-se que as pesquisas realizadas pela CPRM, ainda que de alto nível, foram desenvolvidas em uma época (década de 1970 e início da década de 1980) onde a tecnologia aplicada à exploração mineral era bastante inferior à hoje existente. Principalmente no que se refere aos métodos geofísicos e geoquímicos e aos softwares utilizados na modelagem geológica e estimativa de recursos. Sendo assim, inúmeras áreas da CPRM que suas avaliações de jazidas anteriores eram classificadas como reserva medida e indicada, hoje pelos princípios fundamentais que governam a operação e aplicação dos critérios internacionais na classificação de recursos e reservas (Competência, Transparência e Materialidade) fizeram com que houvesse uma migração na sua categoria para Resultados de Exploração e Recursos Inferidos.

Portanto, algumas áreas necessitam de fortes investimentos em pesquisa mineral para definir sua viabilidade econômica, levando a SGB iniciar novos processos e mecanismos de valoração desse patrimônio e em alguns casos, abrir licitação para atender, não somente a

questão técnica, mas ao princípio da impessoalidade, que guia as licitações no âmbito do poder público, baseado em opiniões especializadas e isentas, evitando-se assim possíveis vícios no processo.

A DIEMGE é a Divisão responsável pela gestão e controle dos direitos minerários da SGB, especializada em projetos para o SETOR MINERAL definindo estratégias de exploração mineral, seleção de alvos para investimentos, indicação do seu potencial econômico, modelagem tridimensional, estimativa de recursos e reservas, estudos de análises técnicas-econômicas conceituais, auditorias e treinamentos.

A coleta de dados metodologicamente correta, resulta em produtos de maior qualidade, que podem embasar diversas linhas de desenvolvimento e pesquisa futuras, independente da mudança de paradigmas científicos ou avanços tecnológicos. Nesse sentido, são fundamentais o reconhecimento e a caracterização de todos os recursos minerais observados nas áreas mapeadas, com detalhamento adequado à escala do trabalho e ao potencial econômico das mineralizações encontradas.

A presente instrução técnica visa padronizar as etapas da reavaliação do patrimônio mineral da CPRM, com relatórios finais de pesquisa já aprovados junto a ANM alinhadas com o praticado em outras áreas da empresa no intuito de entregar produtos com informações mais completas, confiáveis e de qualidade.

1. REAVALIAÇÃO DO PATRIMONIO MINERAL DA CPRM

O Decreto-Lei nº 764, de 15 de agosto de 1969, autorizou a constituição da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, com objeto, dentre outros, de “realizar pesquisa mineral com vistas a estimular o descobrimento de novos depósitos e a intensificação do aproveitamento dos recursos minerais e hídricos do País”. Tal medida foi importante historicamente para o País, como forma de atrair investimentos para o setor mineral, com a descoberta de novos depósitos minerais e aumento das reservas minerais. Estes trabalhos de pesquisa mineral foram interrompidos na década de 1990, principalmente após a edição da “Lei nº 8.970, de 28 de dezembro de 1994, que transformou a CPRM em empresa pública e alterou seus objetivos sociais, de modo que a empresa passou a desempenhar a função de Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM). Contudo, nem todos os projetos de pesquisa mineral do SGB/CPRM foram negociados. Assim, o SGB/CPRM acumula no seu ativo, cerca de 321 processos minerários, distribuídos em 30 lotes (Tabela 01), para as mais diversas substâncias (zinco, caulim, níquel, carvão, cobre, gipsita, calcário, turfa, diamante, ouro chumbo, nióbio, terras raras e carvão) e em diversas unidades da federação (GO, PA, RS, PA/PE, BA, RN, RJ, ES, SP, TO, MA, AM, RR, SC).

Tabela 1 – Carteira de Direitos Minerários da CPRM/SGB

1	Palmeirópolis (Zn-Pb-Cu)	16	Dores de Macabu (Turfa)
2	Rio Capim (Caulim)	17	Itapoã (Turfa)
3	Morro do Engenho (Níquel)	18	Águas Claras (Turfa)
4	Santa Fé (Níquel)	19	São José dos Campos (Turfa)
5	Candiota (Carvão)	20	Chico Lomã (Carvão)
6	Iruí-Butiá (Carvão)	21	Sta. Terezinha (Carvão)
7	Bom Jardim (Cobre)	22	Natividade (Ouro)
8	Miriri (Fosfato)	23	Nova Redenção (Chumbo)
9	Santo Inácio (Diamante)	24	Vale do Ribeira (Ouro)
10	Rio Cupari (Gipsita)	25	Carutapera (Ouro)
11	Aveiro (Calcário)	26	Rio Maú (Diamante)
12	Salvador (Turfa)	27	Uaupés (Nióbio)
13	Estados de AL, RN e PB (Turfa)	28	Serra do Repartimento (Terras-Raras)
14	Santo Amaro das Brotas (Turfa)	29	Sul Catarinense (Carvão)
15	Espírito Santo (Turfa)	30	Linhares (Turfa)

A disponibilização desses Títulos minerários do SGB/CPRM apresenta-se, nesse contexto, como uma das alternativas para alavancar novos investimentos para o setor mineral brasileiro, sendo, portanto, recomendada sua disponibilização ao setor privado. Contudo, deve-se destacar que a grande maioria das áreas se apresenta ainda em estágio que demanda fortes investimentos em pesquisa mineral para que se possa definir sua viabilidade econômica e socioambiental, ou seja uma reavaliação e valoração atualizada.

Visto que as pesquisas geológicas foram realizadas a mais de trinta anos, a Reavaliação do Patrimônio Mineral do SGB/CPRM tem como objetivo atualizar os conceitos previstos nos códigos internacionais de declaração de recursos e reservas minerais para posterior realização de estudos de valoração econômica do ativo visando definição do melhor modelo e lance mínimo do processo de licitação. Os projetos deverão ser ofertados ao mercado por meio de licitação, através do Programa de Parceria de Investimentos (PPI) do Ministério da Economia, de modo que a empresa ganhadora do certame deverá assumir o compromisso de investimento em prospecção e pesquisa mineral e, caso o projeto mostre viabilidade, fazer desembolsos de capital e desenvolver o projeto, recebendo a União os *royalties*, quando do início da operação do projeto.

Dos 30 projetos pertencentes à carteira da SGB/CPRM, já foram licitados (a) Polimetálico de Palmeirópolis (TO), encontrando-se em fase de pesquisa complementar e (b) Cobre de Bom Jardim (GO) em fase *due diligence*; se encontram qualificados pelo Programa de Parceria de Investimentos (PPI): (c) Fosfato de Miriri (PE-PB), esta área será licitada novamente, pois houve a desistência do adquirente no primeiro leilão e no segundo leilão deu deserto; (d) Caulim rio Capim (PA), será licitada novamente, no leilão anterior deu deserto, (e) Gipsita do rio Cupari (PA) e (f) Calcário de Aveiro (PA), consolidadas em um único projeto, Agrominerais Aveiro, além de (f) ouro de Natividade (TO) e (g) diamante de Santo Inácio (BA). Os cinco projetos qualificados no PPI, terão seus editais publicados em setembro de 2023, com previsão para a realização da licitação em outubro do mesmo ano.

Ainda em 2024, deverá ser finalizada a valoração econômica dos projetos Níquel de Morro do Engenho (GO) e Santa Fé (GO), através de contratação de empresa. A licitação deverá ocorrer em final de 2024.

Os 13 projetos: Carvão de Candiota (RS), Carvão de Iruí Butiá (RS), Carvão de Chico Lomã (RS), Carvão de Santa Teresinha (RS), Carvão Sul Catarinense (SC), Turfas de Linhares (ES), Santo

Amaro de Brotas (SE), Salvador (BA), AL-PB-RN (Rio Tinto), Dolores de Macabu (RJ), Espírito Santo (ES), Águas Claras (RS), Itapoã (RS) e São José dos Campos (SP), deverão ter um novo modelo simplificado de licitação, a ser definido pela DGM, diferente dos praticados no PPI.

Finalmente, os últimos 06 (seis) projetos, Chumbo e Zinco de Nova Redenção (BA), Ouro de Carutapera (MA), Ouro de Eldorado do Ribeira (SP), Nióbio de Seis Lagos (AM), Diamante do Rio Maú (RR) e Níquel da Serra do Repartimento (RR), não têm previsão de licitação, em face de problemas diversos, pendente de decisão pela ANM, Governo Federal (definição da questão de áreas indígenas, UC's e quilombolas).

1.1 - FASES E ETAPAS DE PROJETO DE REAVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO MINERAL DA CPRM/SGB

Na etapa preparatória as reavaliações seguem um planejamento pré-definido, conforme decisão da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais da CPRM, Chefia do DEREM, que definem quais projetos devem ser priorizados para este fim, objetivando futuras licitações. Para os trabalhos, são realizados *checklists* técnicos, previamente elaborado pela equipe técnica da DIEMGE, para formulação do relatório final (Informe de Recursos Minerais).

O levantamento bibliográfico prévio fornece informações sobre as informações necessárias que serão abordadas e os tipos de restrições e possíveis impactos ambientais (áreas oberadas por terras indígenas, UC'S, APA'S quilombolas, na área objeto de estudo), que eventualmente possam inviabilizar o certame licitatório, além de melhorar o nível de conhecimento da região.

Na etapa de campo, espera-se que a descrição e caracterização dos recursos minerais ocorra de forma integrada ao mapeamento geológico (vide IT-02 DIGEOB): As áreas de titularidade da CPRM devem ser visitadas quantas vezes se fizerem necessárias e quaisquer outros indícios de comprometimentos devem ser registrados e estudados (quer legal ou de conflitos).

Estes trabalhos envolvem a avaliação preliminar de material existente e consultas a trabalhos similares tanto no Brasil quanto no exterior, (*benchmarking*, que é um processo de estudo de concorrência, podendo ser uma análise profunda das melhores práticas usadas por empresas de um mesmo setor e que podem ser replicadas no seu empreendimento). Estes estudos, que são realizados ao longo do período de duração de cada projeto, propiciam a geração de um relatório final, que é publicado, os quais consolidam os resultados das reavaliações do Patrimônio Mineral. Estes estão disponíveis no GeoSGB para todos os interessados.

O *check-list** técnico criado pela Equipe Técnica da DIEMGE, contempla os seguintes tópicos:

1. Apresentação
2. Resumo
3. Abstract
4. Introdução
5. Localização, Vias de Acesso, Infraestrutura e logística
6. Histórico do Projeto
7. Aspectos legais
8. Geologia Regional
9. Geologia Local
10. Tipo de depósito
11. Prospecção geoquímica
12. Prospecção geofísica
13. Modelagem geológica

14. Estimativa de Recursos
15. Lavra
16. Beneficiamento
17. Avaliação econômica
18. Diagnóstico sócio ambiental
19. Recomendações e conclusões
20. Referências bibliográficas

Observação: Este *check-list* poderá ser resumido, dependendo do tema abordado. Após esta conclusão técnica os mesmos seguem para a valoração econômica, que poderá ser contratada ou efetuada pela própria equipe técnica da DIEMGE. Trabalho respaldado na legislação minerária vigente, ambiental e correlatas.

A) Etapa preparatória

Consiste na primeira fase, e deve estar alinhada com a fase correspondente do Mapeamento Geológico (vide IT-01 e IT-02 DIGEOB) e com o relatório final de pesquisa aprovado pela ANM, verificando a perfeita localização da área, eventuais deslocamentos, atividades conflitantes e impactos porventura existentes.

Para os estudos direcionados programados, vale ressaltar as seguintes ações no cronograma de atividades:

- 1) levantamento de pontos (afloramentos e de ocorrências minerais) conhecidos no GeoSGB e na literatura, de acordo com o relatório final de pesquisa aprovado pela ANM;
- 2) consistência locacional das ocorrências minerais com base em imagens satelitais e alimentação dos atributos de cada ponto com base em trabalhos anteriores;
- 3) revisão conceitual e empírica para as mineralizações já conhecidas, relatadas no relatório final de pesquisa;
- 4) planejamento das atividades de campo.

B) Caracterização dos recursos minerais em campo

Em afloramentos contendo mineralizações, os recursos minerais e suas encaixantes devem ser reavaliados, conforme descritos no relatório final de pesquisa aprovado pela ANM detalhadamente em termos dos aspectos geológicos, dimensões, toponímia e localização. Quando possível, devem ser coletados dados estruturais (estruturas planares, lineares, direções de alinhamentos, etc.) e realizadas amostragens representativas de rochas e outros materiais (fragmentos de canal-ship, sedimento, solo) para análise laboratorial, referenciadas espacialmente quando necessário (amostras orientadas para estudos micro tectônicos, por exemplo). Aspectos relevantes devem ser esboçados em croquis e sempre fotografados (IT-03 DIGEOB).

A caracterização dos recursos minerais em campo tem como objetivos específicos a conformação dos dados aprovados do relatório final de pesquisa pela ANM, com a verificação da geometria e a dimensão dos corpos mineralizados, as diferentes fácies do minério e as relações entre as zonas mineralizadas e as rochas hospedeiras. Para tal, deve-se reavaliar em cada afloramento uma série de elementos:

- Forma de ocorrência / estilos (disseminado, filoniano, stratabound, etc.);
- Geometria dos corpos mineralizados (tabular, lenticular, anastomosado, etc.) e o arranjo espacial entre estes (concordante ou não);
- Relação geológica entre os corpos mineralizados e as encaixantes (tipos de contato, relações estratigráficas, proporção minério – encaixante, presença ou ausência de halos ou zoneamento de alteração, etc.);

- Mineralogia macroscópica do minério, dos halos de alteração hidrotermal e das encaixantes;
- Características físicas como cor, densidade, granulometria, texturas (forma e arranjo dos grãos), estruturas primárias (ígneas, sedimentares) e/ou secundárias (diagenéticas, tectônicas, supergênicas).

Uma informação importante, de grande valia é atribuir o grau de importância do recurso mineral para fins de melhor descrição e avaliação do banco de dados. Para dirimir quaisquer dúvidas, seguem os conceitos:

Indício: presença ou concentração de um ou mais minerais, ou substâncias (em ambiente geológico favorável), mas com possibilidade de indicar a presença ou localização de um depósito desse mineral/dessa substância. Pode ser mineralógico ou geoquímico (eventualmente geofísico). Importante: o indício não deve ser alimentado na base de dados de Recursos Minerais, ficando restrito ao relatório do projeto. No caso da DIEMGE caso já existe esta informação no relatório final de pesquisa pela ANM. Somente será efetuada a confirmação.

Ocorrência: concentração de elemento (substância), mineral ou rocha de interesse econômico, científico e técnico. Já foram definidas algumas características, como minerais de minério e ganga, teor, rocha hospedeira e/ou encaixante, estrutura hospedeira, morfologia e alguma indicação aparente da extensão; não é caracterizada como economicamente aproveitável, ou que por insuficiência de parâmetros técnicos e econômicos não pode ser definida como potencialmente econômica. No caso da DIEMGE caso já existe esta informação no relatório final de pesquisa pela ANM. Somente será efetuada a confirmação.

Depósito: concentração natural de um ou mais minerais ou substâncias ou rochas, com tamanho/volume e concentração/teor suficientes para que, sob circunstâncias favoráveis, possua potencial para exploração (aproveitamento). Já possui parâmetros geológicos bem conhecidos e avaliação em termos de recursos ou reservas no relatório final de pesquisa pela ANM. Somente será efetuada a confirmação.

C) Etapa analítica

De uma maneira geral estes estudos já foram efetuados na etapa anterior a reavaliação do patrimônio mineral, apenas em alguns casos como maneira de confirmar estes dados, constantes no relatório final de pesquisa pela ANM, deverão seguir este roteiro.

Um grande número de métodos laboratoriais pode ser utilizado para complementar e expandir a caracterização iniciada em campo. Os objetivos específicos são determinar as composições, os processos mineralizadores e, quando possível estabelecer modelos evolutivos para depósitos (Mineral Systems). O conceito de sistema mineral foi introduzido formalmente por Wyborn et al. (1994) e envolvem:

- (1) eventos tectônicos que desencadeiam e definem janelas temporais para eventos de mineralização;
- (2) processos geoquímicos que produzem "regiões de origem" frequentemente enriquecidas em metais e fluidos hidrotermais e magmas capazes de mobilizar esses metais;
- (3) processos tectônicos, sedimentares, diagenéticos e estruturais que produzem condutos que podem atuar como caminhos para o fluxo de fluido/magma nas escalas litosférica, crustal, provincial e distrital;
- (4) processos que impulsionam o fluxo de fluido;
- (5) mecanismo focal que concentra (ou estrangula) o fluxo de fluidos ou magmas em locais de 'armadilhas' permitindo deposição da mineralização;
- (6) processos químicos e físicos que induzem deposição de metal em armadilhas;
- (7) processos geoquímicos pós-deposicionais gerador de características geoquímicas e

geofísicas que permitem a sua posterior detecção;
(8) processos que aumentam a exumação, preservação do corpo mineralizado.

Os métodos laboratoriais mais usuais no caso de serem utilizados são:

Descrição petrográfica de lâminas delgadas polidas em microscópio óptico, incluindo análise microtectônica: uma boa descrição leva à identificação da paragênese mineral (minerais translúcidos e opacos), da ordem de cristalização, de indicadores cinemáticos, entre outros aspectos microscópicos.

É importante que sejam sempre confeccionadas lâminas polidas (sem lamínula), além de essencial para a descrição de minerais opacos, as fotomicrografias se mostram de melhor qualidade (e algumas propriedades mineralógicas mais visíveis), e também as lâminas se tornam aptas para uso em outras fases analíticas caso haja necessidade (p.ex. MEV, Microsonda eletrônica).

Grande parte das Unidades Regionais do SGB está equipada com microscópios petrográficos que permitem uma excelente petrografia de minerais transparentes e opacos, e respectiva captura de imagens de lâminas polidas, e proporcionam condições para classificação das rochas. Para trabalhos com grãos minerais (por exemplo: diamante, ouro, zircão, dentre outros) e até pequenas amostras de mão, para descrições de morfologia, textura e estruturas pode-se contar com lupas binoculares (estereomicroscópios) que, com dispositivo de captura de imagens e respectivo programa produzem fotografias em 3D.

Análises em microscópio eletrônico (MEV): O MEV é um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise das características microestruturais e morfológicas de materiais sólidos. Torna-se uma ferramenta valiosa na observação e investigação de minerais de minério ou outro que seja de relevante interesse, texturas, intercrescimento e zonação de minerais.

O Serviço Geológico do Brasil dispõe de dois laboratórios equipados com este equipamento. Para sua utilização é necessária somente metalização de carbono da lâmina polida, mesma usada na petrografia (metalização feita também neste mesmo laboratório). Para estas análises necessita obedecer aos protocolos e agendamentos gerenciados pela DIGEOD.

Litogeoquímica (ICP, absorção atômica, etc): deve ser realizada nas rochas mineralizadas e hospedeiras e nos halos e zonas de alteração de alteração, para determinar a composição dos tipos e a distribuição dos elementos mineralizantes. Para melhor escolha do pacote de análises disponível na empresa, consultar equipe da DIGEOD.

Química mineral (microsonda eletrônica): permite definir a composição química de cada cristal em uma lâmina polida metalizada (metalização em carbono), que pode servir, entre outras aplicações, para a determinação das condições de P e T de formação de uma paragênese mineral conhecida, a partir de cálculos de geotermobarometria.

Estas análises são possíveis de se realizar por meio de convênio/contrato com algumas universidades públicas que dispõem deste equipamento. No SGB estas análises obedecem aos protocolos e agendamento com a DIGEOD.

Inclusões fluidas: O estudo de inclusões fluidas tem provado particular utilidade no campo de gênese de minérios, com valorosa contribuição para o atual entendimento no transporte e deposição de minérios. Permite a identificação da composição de fluidos mineralizantes e a determinação de condições de P e T de cristalização dos minerais hospedeiros.

A seleção de qual rocha/mineral deve ser realizada o estudo de inclusões fluidas depende do objetivo da pesquisa e mais ainda se há inclusões fluidas nas rochas em questão. Durante a petrografia convencional, inclusões fluidas já podem ser detectadas, se tornando assim uma amostra potencial para este estudo. A observação de inclusões fluidas é realizada em microscópio petrográfico de luz transmitida comum, em lâminas bipolidas ou até em fragmentos das bipolidas já descoladas do vidro. Alguns laboratórios de laminação da CPRM estão aptos a confeccionar este tipo de lâmina. Lâminas bipolidas para estudo de inclusões fluidas são feitas usando *enthelan* para ocorrer descolamento posterior.

Na CPRM, as Superintendências Regionais de São Paulo, Belém e Brasília estão equipadas com as platinas de aquecimento e resfriamento, essenciais para desenvolver pesquisas nesta área, para atender os eventuais trabalhos nessa linha com apoio e treinamento da DIEMGE.

Após o estudo petrográfico, e os campos que possuem as IFs terem sido previamente selecionadas para estudo microtermométrico, as lâminas são quebradas ao redor dos campos estudados, com a ajuda de uma caneta de ponta de diamante. A análise microtermométrica consiste de observação cautelosa das mudanças de fase durante os processos de aquecimento e resfriamento.

Microespectrometria Raman: é uma técnica que permite a identificação da estrutura química do material analisado. As informações obtidas são extraídas a partir do espalhamento sofrido pela radiação eletromagnética após a interação da mesma com o material, que pode ser na forma sólida, líquida ou gasosa. Portanto, é comumente usada também em inclusões fluidas podendo obter a composição de uma única inclusão.

Esta técnica é aplicada diretamente sobre a amostra em questão, não sendo necessário fazer uma preparação especial no material. Além do mais, não há alteração na superfície que se faz a análise.

Até o momento o Serviço Geológico do Brasil/CPRM não dispõe de equipamentos/laboratórios para análises isotópicas, assim, dependemos da contratação de laboratórios externos. A dependência da contratação implica que a lista de análises disponíveis pode variar ao longo do tempo. A Divisão de Geodinâmica (DIGEOD) é responsável pela gestão e apoio destas análises, Assim como as análises de isótopos estáveis, o Serviço Geológico do Brasil/CPRM não dispõe de equipamentos/laboratórios, havendo então a dependência da contratação.

Estudos de espectroscopia de reflectância (ER): tem sido cada vez mais aplicada na pesquisa mineral para a determinação de minerais de minério e/ou minerais de alteração associados, seja em amostras de rocha ou em produtos de sensoriamento remoto (imagens hiperespectrais), portanto um método para rápida resposta sem a necessidade de confecção de lâminas. A ER resume-se ao estudo da energia eletromagnética refletida pelo material em função do seu comprimento de onda, sendo essa informação utilizada para gerar informações sobre a estrutura química e atômica de vários componentes orgânicos e inorgânicos (Ramakrishnan et al., 2013).

A Superintendência Regional de São Paulo possui um laboratório de Espectroscopia Mineral que é equipado com um espectrorradiômetro ASD-FieldSpec 3 Hi-Resolution (Figura 3), com 2.151 bandas espectrais distribuídas nos comprimentos de onda do visível-infravermelho próximo (VNIR) e infravermelho de ondas curtas (SWIR) (entre 350 e 2.500 nm), e resolução espectral de 3 a 8,5 nm. A aquisição e o tratamento de imagens de satélite, equipadas com sensores hiperespectrais, é realizada pela equipe da DISEGE e pode ser solicitada para estudo em uma determinada área.