

CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS
PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E
DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 51

Análise – Síntese da Geologia Brasileira

Relatório Técnico 77

Análise-síntese da geologia no Brasil

CONSULTOR

Antonio Juarez Milmann Martins

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

OUTUBRO de 2009

Índice

Sumário Executivo.....	5
Apresentação	11
1. Introdução	13
2. Geologia do Brasil.....	19
2.1. Considerações Gerais	19
2.2. Região Amazônica	25
3. Aerogeofísica.....	33
4. Geoquímica	41
5. Hidrogeologia	45
6. Geologia Marinha.....	50
7. Geologia Ambiental.....	61
8. Investimentos.....	65
9. Recursos humanos	70
10. Equipamentos e serviços.....	73
11. Pesquisa, desenvolvimento e inovação	75
12. Fontes de financiamento.....	78
13. Planos nacionais de geologia em outros países	79
15. Conclusões.....	81
16. Recomendações	82
17. Referências bibliográficas	83

Lista de Figuras

Figura 1-Investimentos em levantamentos geológicos básicos 1970 – 2005	15
Figura 2- A Amazônia Legal	25
Figura 3 - Cráton do Amazonas e os demais crátons do território brasileiro	26

Lista de Tabelas

Tabela 1-Cartografia Geológica do Brasil 1979 - 2005	19
Tabela 2 - Principais Províncias Minerais e Distritos Mineiros da Amazônia Legal	27
Tabela 3 - Balança Comercial da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral do país e da Amazônia Legal, 2008 (em U\$ FOB – 2008).	28
Tabela 4-Exportação Mineral da Amazônia Legal (em US\$ FOB – 2008.....	29
Tabela 5-Estimativa de custos e impacto de mapeamentos geológicos no Brasil	66
Tabela 6- Recomendações.....	85

Sumário Executivo

O Brasil iniciou os trabalhos de conhecimento geológico sistemático de seu território relativamente tarde se comparado com países mais desenvolvidos.

Embora alguns trabalhos de reconhecimento geológico tenham sido realizados anteriormente em São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Pará, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, foram somente com o Plano Mestre Decenal de Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil (1965 – 1974) que se deu início aos levantamentos geológicos sistemáticos no País. Graças a esse Plano, o Brasil passou, em poucos anos, de deficiente em auto-suficiente em minérios de estanho, alumínio, níquel, nióbio, terras raras, vermiculita, grafita, e aumentou as suas reservas de cromita, cobre e zinco. A razão esteve nos objetivos específicos do Plano e na sua continuidade, com recursos humanos e financeiros assegurados.

Planos Decenais que o seguiram sofreram os problemas de continuidade e das crises econômicas que afetaram o País nas décadas de 80 e 90, não tendo alcançado suas metas.

Nesse período, foram importantes as iniciativas do DNPM e da SGB/CPRM na integração dos inúmeros dados resultantes das décadas anteriores através do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, a implantação de um Programa efetivo de capacitação e treinamento de pessoal e a criação do Sistema de Informações Geológicas – SIGA, precursor do excelente GEOBANK, hoje em operação no SGB/CPRM, seguindo-se a transformação da SGB/CPRM em Serviço Geológico em 1994.

A estabilidade experimentada a partir de 2000, e principalmente depois de 2004, a demanda por recursos minerais no mundo todo e os orçamentos destinados ao SGB/CPRM permitiram a retomada dos mapeamentos geológicos sistemáticos, com destaque para os levantamentos aerogeofísicos na Amazônia e para a parceria com universidades e governos estaduais.

Entre 2004 e 2007 foram mapeados cerca de 1,7% do território brasileiro na escala 1:250.000 e 2,96% em 1:100.000, totalizando, respectivamente, oito e oitenta-e-quatro folhas, além de 10,3% com aerogeofísica. *Informações recentes acrescentadas pelo analista deste Relatório no MME dão conta de que “até o final de 2010 deverá estar sendo concluída a maioria dos projetos hoje inseridos em duas grandes e importantes*

atividades de mapeamento geológico do território nacional, representadas pelo Programa Geologia do Brasil (PGB), executado com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e pelo Projeto Cartografia da Amazônia, com recursos do CENSIPAM – Centro Gestor Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia”. A promulgação da Lei 10.848/04, que destina royalties governamentais advindos da produção de petróleo e gás natural para promover o conhecimento geológico do Brasil, e a inserção dessa atividade como prioritária no PAC do Governo vieram dar um novo alento aos trabalhos do SGB/ SGB/CPRM.

O País tem hoje seu território totalmente coberto com mapas na escala 1:1.000.000, consubstanciados na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo lançado em 2004, e conta com 48% de sua área emersa mapeada em 1:250.000 e apenas 13% em 1:100.000. *Com o incremento acima, segundo o analista mencionado, “no período 2004-2010, através do desenvolvimento das atividades de mapeamento geológico sistemático...serão adicionadas à cartografia geológica do Brasil cerca de 256 folhas na escala 1:100.000, que correspondem a 9% do território nacional mapeado, dos quais 4% (113 folhas) serão executadas através de convênios firmados com as Universidades Federais brasileiras e 42 folhas (8,8%) em escala 1:250.000, dentre as quais, cinco representam resultados de trabalhos de integração de mapeamentos novos realizados na escala 1:100.000.”* Por comparação, África do Sul, Austrália, Canadá, Chile, EUA já contam com cobertura total de mapas em 1:250.000 e em 1:100.000, como no caso das duas nações norte-americanas. Nesses países e em outros da Europa, a prioridade em sido dada aos levantamentos em escalas de 1:50.000, 1:25.000 ou até mesmo em 1:10.000, em províncias minerais ou com objetivos de natureza ambiental. *Isso demonstra que, apesar do grande avanço que vem experimentando no conhecimento geológico e do potencial mineral de seu território, o Brasil ainda tem um grande caminho a percorrer, reforçando a necessidade de não se interromperem os trabalhos que hoje vêm sendo executados. Pelo contrário. Há que acelerá-los se quisermos alcançar o patamar dos verdadeiros “países mineiros”.*

Embora trabalhos geológicos de detalhe, em escala de 1:25.000, tenham sido realizados anteriormente pelo DNPM com o auxílio de especialistas do *U.S. Geological Survey* entre 1945 e 1965 no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, e em algumas outras áreas relativamente restritas no País, o Brasil ainda não tem perfeitamente mapeados os seus distritos minerais, sendo uma exceção, talvez, a Província de Carajás, no Pará, além do citado Quadrilátero.

Em Carajás, assim como em outras importantes Províncias minerais do País, os dados coletados pertencem exclusivamente às empresas

concessionárias, só sendo liberados após o encerramento das atividades mineiras, levando um grande tempo para se agregarem ao sistema de informações geológicas do País, no caso o GEOBANK da CPRM. O mesmo acontece com as informações da área petrolífera que têm no Brasil, no entanto, uma “Agência-Guardiã” das informações, liberando-as a cada período de tempo pré-estabelecido. Sistemas de liberação das informações são adotados em outros países (alguns adotam 10 anos para o “*proprietary data*”; outros 20 anos).

É bem verdade que, empresas como a Vale, que opera em Carajás e outras áreas do País, têm aceito professores e alunos de pós-graduação para elaboração de artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado em suas áreas de concessão, tornando esses dados públicos após análise do interesse em sua confidencialidade. Todavia, são trabalhos em geral restritos ou específicos e que quase nunca promovem uma integração geológica regional de monta.

Por outro lado, os Relatórios Anuais de Lavra ou mesmo os Relatórios de Pesquisa nem sempre contêm dados e informações detalhados e compatíveis com os levantamentos geológicos.

De qualquer sorte, seria interessante que o MME, através da CPRM e DNPM, principalmente, e Universidades, secundariamente, discutissem um sistema mais efetivo de coleta e tratamento de dados em províncias minerais, integrando-os ao GEOBANK, e disponibilizando-os após um período razoável de confidencialidade para não prejudicar os interesses das empresas mineradoras. Uma reavaliação das informações exigidas nos Relatórios de Pesquisa e Lavra pelo DNPM, à luz dos princípios e necessidades do conhecimento geológico do País adotados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, seria altamente salutar também.

Isso se aplica igualmente aos levantamentos geofísicos (e sobretudo aerogeofísicos) executados pelas empresas privadas, para os quais poderiam ser adotados critérios similares aos adotados pela ANP para liberação das informações coligidas pelas empresas petrolíferas.

Países mais desenvolvidos, como a Austrália, Canadá, EUA, e alguns em desenvolvimento, como a África do Sul, a China e o México, têm seus territórios praticamente cobertos com levantamentos gravimétricos e aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria), em geral realizados diretamente ou por empresas contratadas pelos respectivos Serviços Geológicos, com espaçamentos de linhas de vôo entre 0,10 e 2 km.

Observados os dados básicos e crus, dos levantamentos registrados na base AERO do SGB/CPRM, o Brasil tem mais de 9,9 milhões de km² cobertos com aerogeofísica (mag e gama), aqui incluída parte de sua Plataforma Continental. Todavia, esse número contempla não só levantamentos muito antigos, com largos espaçamentos de linhas de vôo (5 a 8 km), como trabalhos superpostos, o que pode dar uma idéia errônea sobre a sua real cobertura com esses trabalhos. Grande parte desses levantamentos foi realizada nas Regiões Amazônica e Nordeste, e, nos últimos anos, o SGB/CPRM tem dado ênfase aos levantamentos na Amazônia. É rara a utilização de outros métodos aéreos, como a aerogravimetria e os elétricos em nosso País. É proposto no Relatório Técnico Análise da Informação Geofísica no Brasil para o Plano ESTAL, que se implante efetivamente um Programa Nacional de Geofísica contemplando tanto os levantamentos aéreos quanto terrestres, com prioridade para a Amazônia e para as Províncias Minerais já detectadas, com espaçamentos de linhas de vôo, buscando, na medida do possível, parcerias com os Estados da Federação, como já vem sendo feito pelo SGB/CPRM.

Praticamente todos os países do mundo utilizam, além da geofísica, a geoquímica como ferramenta auxiliar no conhecimento geológico e na prospecção mineral. No entanto, hoje, nas nações mais desenvolvidas (e em algumas em desenvolvimento como a China) existe a tendência cada vez maior de utilizar a geoquímica com a preocupação ambiental em larga e pequena escala. Austrália, Canadá, China, EUA e Índia desenvolvem Programas Nacionais de Geoquímica de Baixa Densidade, com amostragem de sedimentos fluviais ou de solos em escalas iguais ou menores que 1:250.000, com malhas de 1 amostra por 300 km² ou até mesmo 5.500 km² (Austrália). Programa semelhante é proposto no Relatório Técnico 14 – Informação Geoquímica do Plano ESTAL, para ser realizado no Brasil, com duração de cinco anos e custos ao redor de R\$ 2,4 a 3,5 milhões /ano, dependendo da densidade de amostragem adotada.

Tal como o Brasil, os grandes países enfrentam problemas com seus dados geoquímicos, advindos da coleta de amostras diferenciadas no tempo, com procedimentos analíticos também diferenciados e arquivos de dados nem sempre recuperáveis ou confiáveis. Todos buscam recuperá-los utilizando técnicas modernas e equipamentos de precisão, assim como a grande maioria tem também reprocessado e digitalizado as informações geofísicas mais antigas. A base de dados brasileira de geoquímica tem registradas análises químicas e mineralógicas em mais de 356 mil amostras coletadas em 407 projetos executados pelo SGB/CPRM desde 1972.

A água tem sido uma preocupação constante de todos os países desenvolvidos e muitos em desenvolvimento, tanto a superficial quanto a subterrânea. No Brasil, essa preocupação se reflete mais em nível nacional (criação da Agência Nacional de Águas, estabelecimento da Política Nacional de Águas) e em alguns poucos Estados da Federação que criaram ou estão criando seus Comitês de Bacias Hidrográficas.

No tocante aos recursos hídricos subterrâneos, o Brasil, em particular, tem um dos maiores potenciais do mundo, exemplificado pelo Aquífero Guarani, as Bacias do Maranhão e Bambuí e a Formação Barreiras, mas carece de água em grande parte do Nordeste. O SGB/CPRM mantém um eficiente Sistema de Apoio à Gestão de Águas Subterrâneas – SIAGAS, com mais de 180.000 poços cadastrados atualmente. No Relatório Técnico 15

“ Análise das Informações sobre Recursos Hídricos Subterrâneos no País”, é recomendado, entre outros, que se dê continuidade ao cadastramento dos poços e fontes pelo SGB/CPRM e órgãos federais, que se promova o desenvolvimento tecnológico na locação mais precisa de poços, que se utilizem de diferentes meios para a obtenção de água subterrânea de acordo com a área (poços amazonas, barragens subterrâneas, etc.), que se procure incentivar o uso de bombas manuais nos poços executados em pequenas comunidades, e que os Estados que ainda não o fizeram, assumam a sua responsabilidade sobre os aquíferos conforme prediz a Constituição Federal.

A Geologia Ambiental tem tido a atenção da maioria dos países desenvolvidos e está voltada para a relação entre o homem e o meio ambiente, no que tange mais especificamente à geodiversidade. Questões como os riscos de desastres naturais (erupções vulcânicas, terremotos, inundações, deslizamentos de encostas, abatimento de cavernas, desertificação, etc.), assim como aspectos geocientíficos relacionados à saúde das populações (Geologia Médica) têm sido motivo de estudos integrados de geologia e sociologia. O Brasil tem evoluído bastante nessa matéria desde a década de 90 passada, quando o SGB/CPRM instituiu o seu Programa de Gestão e Administração Territorial – GATE, no âmbito da denominada Geologia Social, e hoje evoluiu para o Programa de Geoquímica e Geologia Ambiental – PGAGEM, que vem fazendo sucesso nacional e internacional. É recomendado neste Relatório que o Serviço Geológico do Brasil não só continue como fortaleza tal Programa, similar aos dos países mais avançados, assim como o Zoneamento Econômico – Ecológico do País.

Os recursos minerais marinhos começaram a chamar a atenção no século 19, com a Expedição *Challenger*, que coletou, entre outros, nódulos de fosfato e manganês ricos em cobalto e níquel, mas somente na década de

60 começaram as tratativas da ONU para regulamentar a exploração dos depósitos. Hoje se observa uma corrida para o requerimento de áreas para pesquisa e exploração junto à **Autoridade** criada pela Convenção do Direito do Mar (1982), principalmente nos Oceanos Pacífico e Índico pelo Japão, Coréia, Índia, Alemanha e França. A Inglaterra já se moveu com pedido no Oceano Atlântico na região das Ilhas Falklands, criando mais um conflito com a Argentina. O Brasil teve no Projeto Reconhecimento da Plataforma Continental Brasileira, da década de 70, seu primeiro levantamento sistemático do Mar, seguido mais recentemente por outras iniciativas importantes como o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira – LEPLAC (1989), e o VII Plano Setorial para os Recursos do Mar (2008), que amplia o horizonte de atuação do governo para espaços marítimos além dos limites da jurisdição nacional. Se a proposta brasileira à Comissão de Limites da Plataforma Continental da ONU for aceita, o Brasil poderá agregar ao seu território cerca de 4,5 milhões de km². No Relatório Técnico 17 “Marco Legal sobre a Mineração Marinha”, entre as recomendações registradas destaca-se a da mudança no Código de Mineração visando à mineração marinha, desde o litoral até os fundos oceânicos.

A grande maioria dos países mantém páginas eletrônicas relativamente atualizadas, com as informações básicas sobre a sua organização, geologia e banco de dados com os trabalhos efetuados e em andamento, sendo notáveis as da Austrália (GA), Canadá (GSC), EUA (USGS), França (BRGM), Inglaterra (BGS). No Brasil são excelentes as páginas do SGB/CPRM e da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis – ANP e seus respectivos Bancos de Dados, GEOBANK e BDEP, ambos motivo de grande investimento dessas instituições.

Estima-se que um Programa de Levantamentos Geológicos para o Plano ESTAL, no período 2010-2030 custe entre R\$ 7 e 7,5 bilhões, ou R\$ 350 – 375 milhões/ano, envolvendo o SGB/CPRM e suas instituições parceiras (universidades de centros de pesquisa), sem contar os recursos de apoio logístico para os levantamentos no Mar Territorial Brasileiro, cuja maior parte caberá à Marinha. Tais recursos devem ser agregados aos respectivos Planos Plurianuais – PPAs..

Apresentação

O presente Relatório Técnico integra o denominado “**Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010-2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – ESTAL**”, idealizado pelo Ministério de Minas e Energia, através de sua Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, à qual compete *coordenar os estudos de planejamento setoriais, propondo as ações para o desenvolvimento sustentável da mineração e da transformação mineral*, de acordo com o Decreto 5.267 de 05/11/2004.

O citado Plano, com o horizonte de 20 anos, “tem previsão de revisões quadrienais e detalhamento coincidentes com os períodos dos Planos Plurianuais – PPAs do governo, obedecendo às premissas de dinamicidade, realismo, atualização tecnológica, agilidade na obtenção da informação e na divulgação dos produtos, continuidade de recursos humanos e continuidade de recursos financeiros”, segundo estabelece o seu Termo de Referência para contratação de consultorias especializadas, como a J. Mendo Consultoria, responsável pela apresentação dos diversos Relatórios Técnicos, como parte dos seus 58 Produtos incluídos em seis Macro-Atividades.

Neste Relatório Técnico 77 é apresentada uma síntese dos seguintes Relatórios Técnicos relacionados à geologia brasileira, preparados por consultores indicados, como parte do Plano ESTAL:

- ✓ RT – 10 – Informação Geológica do Brasil
- ✓ RT – 11 – Análise Crítica da Informação Geológica do Brasil
- ✓ RT – 12 – Informação Geológica da Amazônia
- ✓ RT – 13 – Informação Geofísica
- ✓ RT – 14 – Informação Geoquímica
- ✓ RT – 15 - Informação Hidrogeológica
- ✓ RT – 16 – Informação sobre Recursos Marinhos não-Vivos
- ✓ RT – 17 – Marco Legal sobre Mineração Marinha

Dados de investimentos, recursos humanos, equipamentos e serviços realizados em décadas anteriores são apresentados de forma sucinta, como base para estimativas do que será necessário no Plano Duodecenal do MME para a Geologia e Mineração do País, assim como a perspectiva de

desenvolvimento científico, tecnológico e inovação e a necessidade de cooperação nacional e internacional para a sua plena realização.

Adicionalmente são indicados possíveis incentivos e fontes de financiamento para o Plano Duodecenal e mencionados alguns dos principais Planos Nacionais de Geologia em outros países, como exemplo das atuais tendências dos Serviços Geológicos mundiais.

1. Introdução

Nunca é demais salientar que o conhecimento da geologia de qualquer país é fundamental para o seu desenvolvimento econômico e social.

Se no passado esse conhecimento estava ligado estritamente à descoberta e aproveitamento de recursos minerais, a partir do início dos anos 90 do século XX, e especialmente depois da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro em 1992, sua importância está vinculada intrinsecamente também ao planejamento da ocupação racional do território de qualquer nação.

Em praticamente todos os países desenvolvidos, e em muitos dos países em desenvolvimento, o conhecimento geológico está intimamente ligado às suas organizações governamentais denominadas genericamente de “Serviços Geológicos” ou *Surveys*, entre os quais os mais antigos são os da Inglaterra (fundado em 1835), do Canadá (1842), Portugal (1849), Noruega (1858), França (1868), EUA (1879), Rússia (1882), Finlândia (1885).

A primeira instituição com esse caráter no Brasil foi a *Comissão Geológica do Império*, criada em 1875 e extinta três anos depois. **Razão:** corte de custos do governo (em função de sua dívida externa com a Inglaterra, segundo alguns historiadores). Em 1886 era criada a *Comissão Geologica e Geographica da Província de São Paulo*, berço do atual *Instituto Geológico de São Paulo*.

Em 1904 nascia a *Comissão de Estudo das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*, chefiada pelo geólogo americano Israel White, responsável não só pelos primeiros estudos dos depósitos de Santa Catarina, como pela primeira coluna estratigráfica da Bacia do Paraná, e, finalmente, em 1907, era instituído o *Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, subordinado ao Ministério da Agricultura, Viação e Obras Públicas, e que mais tarde, em 1934, deu origem ao *Departamento Nacional da Produção Mineral*.

O DNPM pode ser considerado o órgão-mãe de praticamente todas as instituições de geologia e mineração brasileiras de caráter federal, como o Conselho Nacional de Petróleo – CNP (nascido em 1938), a Cia. Vale do Rio Doce (1942), a Petrobras (1953), a Comissão Executiva do Plano do Carvão Nacional – CPCAN (1953), além do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (1965, extinto no Governo Collor e substituído pelas atuais Agências Nacionais de Águas – ANA e de Energia Elétrica – ANEEL), da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN (1957) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – SGB/CPRM (1969) e do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM (1979) (Tosatto, 2001).

Quase todos os Serviços Geológicos do mundo passaram por profundas transformações em sua existência, adaptando-se, como não poderia deixar de ser, às condições internas e externas ao seu país. Alguns como os da Alemanha e Rússia chegaram a ser extintos praticamente, o primeiro em função da Segunda Guerra Mundial e o segundo quando da dissolução da União Soviética no início dos anos 90.

O próprio DNPM sofreu crises intensas durante a sua existência, especialmente nas décadas de 40, 50 e 80, quando, por falta de recursos financeiros, chegou ao que passou a ser conhecido como a “curva da morte”.

Outros como os dos EUA e da Inglaterra estiveram muito próximos do desaparecimento na década de 90. **Razão:** falta de uma justificativa à sociedade sobre a sua missão e benefícios prestados ao País e, conseqüentemente, sem motivos para continuarem a existir.

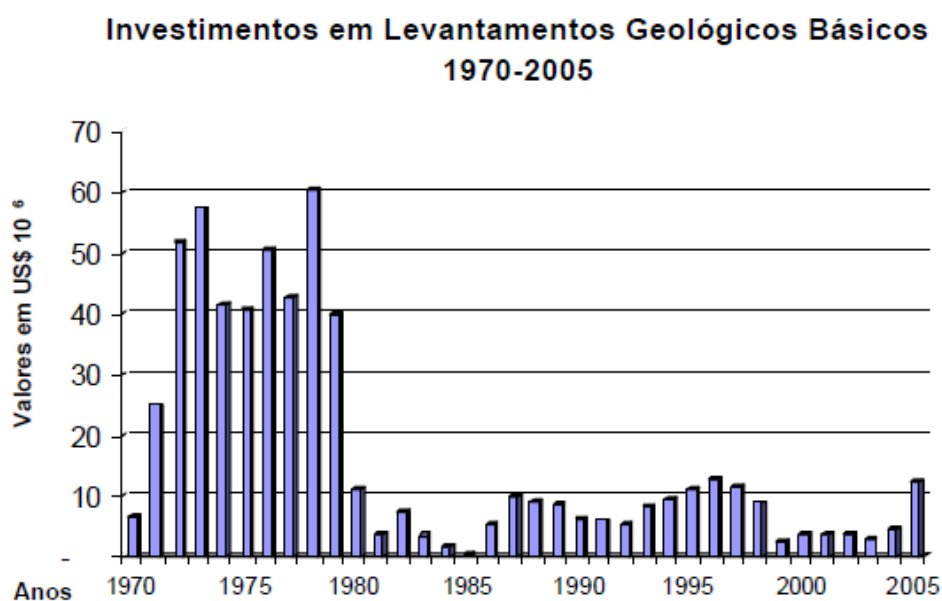
Não foi muito diferente o caso brasileiro quando, em 1990, ao assumir o governo, o Presidente Fernando Collor de Mello quase extinguiu a SGB/CPRM – Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais, que atuava, junto com o DNPM, em uma espécie de Serviço Geológico *complementar*. **Razões alegadas:** falta de justificativa para continuar existindo, atuação superposta com a do DNPM, concorrência com a iniciativa privada (empresas de mineração).

Quase todos os *Surveys* do mundo nasceram com o objetivo de promover o conhecimento geológico e os recursos minerais de seus países de origem. Alguns, como o da Inglaterra e, mais tarde, os dos EUA, agregaram as áreas de agricultura, recursos hídricos, transportes e construção civil, como objetivos para os levantamentos geológicos. A *Comissão Geologica e Geographica da Província de São Paulo* tinha por objetivo maior o mapeamento das áreas mais adequadas para a agricultura (café).

Hoje a grande maioria dos Serviços Geológicos promove o conhecimento da geologia através da elaboração de mapas, cartas e outros produtos com caráter de multiuso e com a preocupação ambiental. A geologia médica faz parte das atividades de muitos SGs, assim como as relacionadas a riscos geológicos, nem sempre tão evidentes como os vulcões e terremotos, mas que têm influência direta nas vidas das pessoas, como a desertificação, os estudos climáticos, os abatimentos de cavidades subterrâneas, os deslizamentos de encostas e as áreas de inundação.

Outra característica interessante é que os grandes Serviços Geológicos, como os dos EUA, Canadá, Austrália, sempre trabalharam em conjunto com os órgãos provinciais/estaduais de geologia, assim como com as universidades nos seus levantamentos geológicos. Alguns realizam todos os serviços relacionados com seu pessoal próprio; outros os subcontratam, particularmente no que tange à aerogeofísica e análises laboratoriais específicas.

A fase áurea dos levantamentos geológicos sistemáticos do Brasil deu-se nas décadas de 60 e 70, quando foi descoberta grande parte dos depósitos minerais que hoje se encontram em processo de aproveitamento e registradas milhares de outras ocorrências que vieram auxiliar no próprio conhecimento do subsolo nacional. A **Figura 1** ilustra os investimentos realizados em levantamentos geológicos no Brasil no período 1970 a 2005, demonstrando a grande fase dos anos 70 e a lamentável década de 80 e início de dos anos 90.



Fonte: MME-SMM, DNPM-DIRIN, CPRM

Nota: Valores Constantes de 2005

Fonte: - Andrade, 2007, *apud* Ladeira, RT – 10, 2009

Figura 1-Investimentos em levantamentos geológicos básicos 1970 – 2005

O sucesso da “fase áurea” citada deu-se em função de algumas características essenciais, a saber:

- ✓ O governo tinha um objetivo determinado: a substituição das importações minerais;
- ✓ Estabeleceu-se um Plano lógico de trabalho: o Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil 1965-1974;
- ✓ Disponibilizaram-se recursos financeiros adequados e regulares;
- ✓ Contrataram-se um grande número de geólogos, engenheiros e técnicos para o DNPM (além da Petrobras e Comissão Nacional de Energia Nuclear);

- ✓ Modernizou-se o Laboratório da Produção Mineral do DNPM e outras infra-estruturas;
- ✓ Estabeleceu-se um plano de treinamento intensivo de pessoal, no Brasil e no exterior (principalmente junto ao *U.S. Geological Survey*);
- ✓ Criou-se a SGB/CPRM em 1969, que passou a operar ativamente a partir de abril do ano seguinte, com um grande número de novos contratados;
- ✓ Avançou-se simultaneamente em três grandes frentes cruciais para o País: a **região Amazônica** (com o Projeto RADAM – Radar da Amazônia, que introduziu uma nova e moderna tecnologia de investigação em áreas de difícil acesso e cobertura constante de nuvens), o **mar territorial** (com o Projeto REMAC – Reconhecimento da Margem Continental Brasileira), e a **região não-Amazônica** (com levantamentos básicos em escala de 1:250.000, 1:100.000 e 1:50.000 em áreas selecionadas, e específicos, envolvendo estudos detalhados em locais com ocorrências conhecidas ou ambientes favoráveis para a concentração de bens minerais dos quais o Brasil era carente).

A esse Plano seguiram-se o II Plano Decenal de Mineração 1981-1990, o Plano Decenal de Mineração 1990 – 1999 e o Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral, que, apesar de reconhecerem o potencial mineral do País e a necessidade de dar continuidade aos levantamentos geológicos sistemáticos do Brasil, não conseguiram o mesmo sucesso do primeiro PMD, em grande parte por **falta de recursos orçamentários destinados ao DNPM e à SGB/CPRM**, mas sobretudo pela **falta de vontade política e insensibilidade do governo para o setor mineral**.

Apesar das dificuldades enfrentadas, em 1984 o DNPM criou o Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, precursor dos projetos de integração de informações hoje realizado eletronicamente, o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, que persiste até hoje a cargo da SGB/CPRM, o Sistema de Informações Geológicas – SIGA, que deu origem ao atual GEOBANK do Serviço Geológico do Brasil, e um grande programa de capacitação de pessoal tanto do DNPM quanto da SGB/CPRM. Na década de 90, a SGB/CPRM diversificou a sua atuação criando o Programa de Gestão e Administração Territorial – GATE voltado para as geociências ambientais e sociais e em dezembro de 1994 finalmente assumiu integralmente a responsabilidade do Serviço Geológico do Brasil, ao se transformar em empresa pública, similar à Embrapa, com as atribuições de promover o conhecimento do solo e subsolo brasileiro.

A transformação da SGB/CPRM em Serviço Geológico do Brasil (28/12/1994) permitiu a retomada do PLGB, entre 1995-1998, ainda em caráter precário

dado as dimensões do país. O seu orçamento total para 1999 foi de R\$ 116,6 milhões. No ano 2000, esse orçamento passou para R\$ 124,3 milhões (US\$ 68 milhões).

No primeiro Governo Luiz Inácio Lula da Silva (2002-2006), o PLGB teve uma injeção de ânimo e em 2008 alcançou R\$ 250 milhões, com uma execução recorde de 98%.

A retomada mais vigorosa do PLGB tem permitido que o SGB trabalhando com equipes universitárias e mesmo empresariais e através de reuniões de trabalho em congressos e simpósios geológicos troque conhecimentos através dos debates. Este avanço no PLGB permitiu a definição e seleção de novas faixas ou regiões potencialmente mineralizadas o que tem estimulado os empreendedores minerais a iniciarem a execução de uma intensa atividade de exploração mineral em todo o Brasil.

Por outro lado, os mapas produzidos permitiram às empresas o descobrimento e/ou desenvolvimento mineral de bens minerais usados na construção civil e cerâmica, como calcário (cal e cimento), rochas ornamentais e para produção de brita, areia e argila.

Em suma, a partir de 2004, atenção especial vem sendo dada à mineração brasileira e, por consequência, à retomada dos trabalhos de conhecimento geológico do País. Recursos orçamentários têm sido, desde então, destinados em quantidades adequadas à SGB/CPRM, que concentra suas atividades principais no PLGB, com ênfase à região Amazônica, sem se esquecer das questões ambientais, da geologia médica e da área oceânica, promovendo, ainda, a cooperação com universidades e Secretarias Estaduais a exemplo dos Serviços Geológicos mais modernos do mundo. A Lei nº 10.848/2004, que modificou a destinação dos recursos da participação especial na exploração do petróleo, determina que 40% daqueles recursos, anteriormente reservados à Agência Nacional de Petróleo – ANP, sejam destinados ao Ministério de Minas e Energia e deles, 15% devem ser aplicados no financiamento de “estudos, pesquisas, projetos e atividades de levantamentos geológicos”, possibilitando, ainda, à SGB/CPRM pesquisar hidrocarbonetos em bacias sedimentares, atividade até então proibida por lei.

Isso veio dar outra perspectiva à geologia brasileira, retomando um ponto fundamental extinto na década de 80, e que foi um dos responsáveis pelo avanço das pesquisas geológicas e descobertas minerais da década anterior: os recursos vinculados da exploração de petróleo, da mineração de ferro e outros, que asseguravam à SGB/CPRM as condições financeiras para seus trabalhos.

Porém, com tudo isto o entusiasmo não pode ofuscar o fato que ainda os estudos são acanhados. Se no Quadrilátero Ferrífero onde se continua achando depósitos minerais ou se amplie reservas com estudos mais detalhados, imaginem-se os

bens minerais que se poderá ter na Amazônia, onde geologicamente, só estamos *arranhando* o substrato rochoso.

O resumo aqui exposto sobre as características dos principais Serviços Geológicos do mundo e da evolução dos órgãos responsáveis pela geologia brasileira se faz interessante frente às lições históricas e o futuro de qualquer planejamento que se venha a propor para o País. O reconhecimento da importância dos mapas e informações sobre a geologia para o desenvolvimento econômico e social pelos governos sucessivos e pela sociedade é determinante para o sucesso, assim como determinante é a capacidade institucional de se adaptar às mudanças das necessidades e expectativas globais para sua atuação.

Instituições que não se adaptam às mudanças nacionais e globais tendem a desaparecer ou a ficar estagnadas.

2. Geologia do Brasil

2.1. Considerações Gerais

O RT - 10, elaborado pelo consultor Eduardo Ladeira para o Plano ESTAL, registra que Brasil tem seu território coberto totalmente com mapas na escala 1:1.000.000, consubstanciados na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, lançado em 2004.

No que tange à escala 1:250.000, o País contava, em 2005, com cerca de 46% de sua área emersa mapeada e apenas 10% na escala 1:100.000, segundo Andrade, 2007 (*apud Ladeira, op cit*), conforme ilustrado na **tabela 1**.

Escala	Produto	Nº folhas	Km2	%	Total
1:250.000	PLGB *	62	1.116.000	13,1	45,9 %
	Pré-PLGB **	155	2.790.000	32,8	
	PLGB (integração) ***	41	738.000	8,7	
1:100.000	PLGB *	147	441.000	5,2	10,0 %
	Pré-PLGB **	135	414.000	4,8	
	PLGB (integração) ***	111	333.000	3,9	

Fonte: CPRM - Banco de Dados Geológicos (GEOBANK), 2006a

* Mapas geológicos posteriores a 1986

** Mapas geológicos anteriores a 1986

*** Mapas geológicos com atividade de campo insuficiente

Fonte: Andrade, 2007, *apud Ladeira, RT -10, 2009*.

Tabela 1-Cartografia Geológica do Brasil 1979 - 2005

A esses valores vieram se agregar mais recentemente 144.000 km² mapeados na escala de 1:250.000 (1,7 % do território brasileiro) e 252.000 km² em 1:100.000 (2,96 %). Dessas últimas, 41 folhas foram executadas mediante parcerias com Universidades (SGB/CPRM, Relatório Anual 2007).

A maior cobertura com mapas nas escalas acima está em área não – Amazônica.

Comparativamente com outras nações, o Brasil encontra-se em situação bem inferior com relação a todos os países desenvolvidos (e alguns em desenvolvimento) no que tange ao mapeamento geológico de seu território, ainda que consideradas as suas dimensões territoriais. EUA, Canadá, Austrália (além de Chile e África do Sul) já contam com cobertura total de mapas em 1: 250.000 e até mesmo em 1:100.000, como no caso

das duas nações norte – americanas, conforme demonstrado no RT – 10 supra-mencionado. Nesses países e em vários outros da Europa, a prioridade tem sido dada aos levantamentos em escalas de 1:50.000, 1:25.000 ou até mesmo em 1:10.000, em províncias minerais ou com objetivos de natureza ambiental.

Os países desenvolvidos ou em desenvolvimento de grandes dimensões adotam escalas distintas em função de prioridades estabelecidas quanto ao potencial econômico, situações geográficas e questões ambientais. No passado, são exemplos marcantes dessa política aqui no Brasil, os levantamentos realizados no Quadrilátero Ferrífero, nos Complexos Máfico-Ultramáficos do Centro-Oeste e na Província dos Carajás, que promoveram, além do conhecimento geocientífico dessas áreas, o mapeamento bastante detalhado de seus depósitos minerais, hoje em processo de mineração. Mais recentemente, tal política vem sendo adotada, ainda que timidamente, pela própria SGB/CPRM.

O acesso principal e mais rápido às informações geocientíficas dos *Surveys* hoje é feito através de suas páginas eletrônicas, podendo ser citados como excelentes *sites* aqueles dos serviços geológicos da Austrália, Canadá, EUA e, ainda, o do Serviço Geológico do Brasil que vem se aprimorando a cada ano. Apesar. O GEOBANK da SGB/CPRM nada fica a dever aos melhores do mundo.

Muitos países emergentes ou subdesenvolvidos por outro lado têm páginas eletrônicas com pouca informação e os de países não democráticos são censurados, ou têm páginas com informação mínima e nem sempre confiável.

Os melhores programas de levantamentos geológicos básicos talvez sejam os dos SGs dos EUA, França, Alemanha, Suécia, Noruega, Finlândia, República da África do Sul e Namíbia. Quase todos os SGs estão participando de programas internacionais, já havendo várias associações de serviços geológicos, como a EAGS, (*European Association of Geological Surveys*), AGSA (*African Geological Survey Association*), AAGS (*Andean Association of Geological Surveys*), a AISGM (*Asociación Iberoamericana de Servicios de Geología e Minería*) etc.

Em resumo, com todos os avanços conseguidos, comparando-se o nível de conhecimento do subsolo brasileiro com o dos outros países desenvolvidos e mesmo com países como República da África do Sul, Namíbia e Chile, e guardando-se as devidas proporções em termos de área territorial e processo civilizatório, conclui-se que o Brasil ocupa uma posição retardatária. Enquanto as demais nações iniciaram o mapeamento geológico de seus territórios no século XIX, o Brasil só começou um programa nacional de levantamento geológico sistemático a partir da segunda década de 60 do Século 20 com a implantação do primeiro Plano Mestre Decenal (1965-1974). Por isso muito há que se fazer.

Nesse sentido, os Relatórios Técnicos N°s 10 e 11 trazem importantes observações e recomendações que podem ser sumarizadas como a seguir:

▪ **Sob o ponto de vista geral**

O povo brasileiro, particularmente nas metrópoles, grandes cidades e até mesmo em comunidades interiores, está cada vez mais expandindo sua percepção ambiental e da importância dos recursos minerais e da fauna e flora. Assim, o SGB terá de se preparar cada vez mais e em níveis diferenciados para dialogar real ou virtualmente com elas, preparando folhetos de planejamento ou de caráter instrutivo e certamente deverá ouvir a sociedade contribuindo para a administração participativa e o aprimoramento da democracia. Tal *input* deve ser bem vindo a qualquer tempo; o planejamento há que ser um processo permanente, ininterrupto, com correção de decisões e projetos sempre que necessário, ajustando-se às circunstâncias mutantes do País tanto como parte de um planeta em mutação, quanto aos novos e viáveis melhoramentos de desempenho, aprimorando conceitos e estratégias de ação. Tendo isto em vista apresentam-se as seguintes

Recomendações

- ✓ É de fundamental relevância o estabelecimento de uma política de execução de levantamentos geológicos interruptos cada vez com maior detalhe já que o horizonte do Plano é de 20 anos. Cada vez que há uma interrupção nos programas do SGB, além da desmotivação e das perdas financeiras durante as paralisações, sobrevém uma fuga de profissionais experimentados para o mercado de trabalho com salários mais atraentes. Com tal fato perde o SGB pois investiu sua formação daqueles profissionais. A formação de um especialista leva cerca de 10 anos. A perda é assim irreparável;
- ✓ Deve-se continuar, obviamente, com o Programa Nacional de Levantamentos Geológicos Básicos, estabelecido pelo SGB/CPRM, mas com inclusão de novos objetivos sociais, agrários, etc., que não somente a busca de recursos minerais;
- ✓ Prosseguir com os levantamentos aerogeofísicos é igualmente fundamental. Perfis geofísicos de natureza profunda, visando à determinação de núcleos arqueanos sob sucessões sobrepostas precisam ser realizados;
- ✓ Pesquisas geofísicas para fontes termais para energia elétrica visando aos próximos 30 anos são também importantes;

- ✓ A obtenção de dados geocronológicos é de suma importância, principalmente nas áreas conhecidas de terrenos arqueanos TTG. Idem de depósitos minerais ;
- ✓ Deve-se buscar a excelência dos mapas e dados, bem como sua consistência com os dados primários de campo. Todo registro do acervo do SGB deve ser consistido e conectado até cada dado primário de campo. É um procedimento padrão;
- ✓ É preciso detalhamento na escala de 1: 25.000 nas províncias minerais e nos grandes centros urbanos, mapeando-se, progressivamente das capitais para os demais centros ou pólos de desenvolvimento. Cidades padecendo de problemas ligados ao meio ambiente, entre outros, devem ter prioridade;
- ✓ Continuar com a prioridade de levantamentos hidrogeológicos, principalmente nas áreas cársticas. Por sua capacidade de circulação, infiltração e armazenamento de água subterrânea, os aquíferos cársticos são de extrema importância e altamente frágeis à ação antrópica. Deles advém a maior parte do suprimento de água urbana, rural e industrial de vários municípios brasileiros. Portanto, recursos hídricos para uso potável e industrial poderão ser adequadamente aproveitados com sustentabilidade ambiental;
- ✓ Porções altamente populosas dos Escudos devem ser mapeadas geológica, geotécnica e hidrogeologicamente para previsão de riscos naturais;
- ✓ É importante a assinatura de convênios com os países da África para uma complementação do conhecimento geocientífico com ênfase em recursos minerais e riscos naturais, sem esquecer os vizinhos sul-americanos;
- ✓ É de fundamental importância o estabelecimento de um plano de desenvolvimento continuado de RH, C&T no âmbito das geociências e tecnologia mineral em termos do SGB;
- ✓ Os LGBs devem interessar a todos os aspectos do território, nada pode ser esquecido; os programas devem ser cientificamente holísticos em relação às ciências naturais, políticas, e sociais. A ecologia humana não pode ser esquecida;

- ✓ Aprimorar os museus de geociências do País tornando-os amigáveis com TI e interatividade não pode ser esquecido. A divulgação das geociências hoje é uma das atividades mais importantes para se contar com o apoio da sociedade para a mineração;
- ✓ Estabelecer um plano de constante esclarecimento da opinião pública no tocante a importância das geociências para o país, principalmente no que tange aos riscos geológicos. Tal plano pode ser executado através de convênios com as Instituições de Ensino Superior- IESs e com as Fundações de Amparo à Pesquisa - FAPs das mesmas;
- ✓ Estudos paleoclimáticos com base em registros geológicos devem ser firmemente incentivados à luz das mudanças climáticas que já começam a ser sentidas;
- ✓ Contribuir com os órgãos competentes para terminar com a morosidade dos licenciamentos ambientais. Tal morosidade prejudica os investimentos no setor mineral e afasta os investidores que procuram países emergentes com menos burocracia;
- ✓ Deve-se integrar as atividades, superar os corporativismos e aprimorar o intercâmbio de experiências internacionais de serviços geológicos que hoje cumprem importante papel para os seus países.

▪ **Sob o ponto de vista particular**

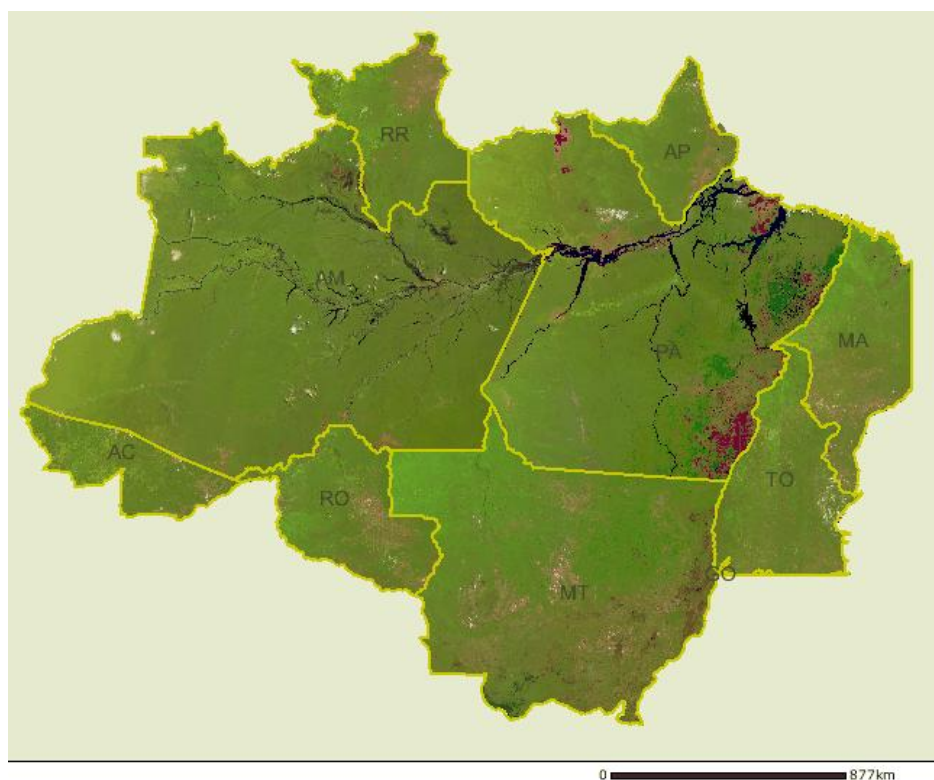
Associados de uma forma genética temporal e/o espacial com os crátons e cinturões móveis ocorrem numerosos depósitos de bens minerais metálicos e não-metálicos que não se dispõem aleatoriamente, mas relacionam-se aos fenômenos orogenéticos ou dínamo-metamórficos cujo relógio de tempo sinaliza as *épocas metalogenéticas*. Definindo-se tais relações, podem-se desenvolver ferramentas para a busca de novos depósitos nos ambientes geológicos correspondentes. Tais relações são também importantes do ponto de vista de geologia ambiental, pois muitos dos fenômenos ditos catastróficos, do passado geológico, têm ocorrido na era moderna; portanto, saber como evoluíram e tentar predizê-los possibilita demarcar áreas de riscos, evitá-los e proteger as populações que vivem na zona de influência de tais fenômenos. No Brasil são inundações, deslizamentos de terra, desabamento do terreno (em áreas cársticas) e colapso de rochas; felizmente, em casos raros, tremores de terra localizados. Para conseguir tais conhecimentos são feitas as seguintes

Recomendações

- ✓ A separação das massas litosféricas é um problema científico por se resolver, em todos os continentes demandando pesquisas geocientíficas detalhadas e com implicações sobre a distribuição global de recursos minerais, incluindo é claro o petróleo e gás.
- ✓ Levantamentos especializados, tanto geológicos como geocronológicos nas zonas bordejantes aos grandes lineamentos como o Lineamento Transbrasiliano, que possui mais de 2.700 km de extensão. Analogamente, lineamentos estruturais ortogonais àqueles do Ciclo Brasileiro em várias partes do País, e.g. Bahia e MG.
- ✓ É preciso mapear-se de modo detalhado a vasta área do Magmatismo Uatuma na Região Amazônica.
- ✓ Levantar completamente o magmatismo basáltico e alcalino mesozóico do Brasil é uma tarefa dinâmica. Ainda existem muitas ocorrências a serem catalogadas, estudadas e definidas do ponto de vista geocronológico.
- ✓ Obter informações geológicas a nível governamental e público, quanto aos **pipes** kimberlíticos tão pouco divulgadas, pois se encontram em geral no domínio de mineradoras de diamante, fosfato, nióbio e ETR, havendo uma questão de reserva de mercado futuro quanto aos dominadores de preço deste bens minerais.
- ✓ Determinar o controle cronoestratigráfico das eras tipo Esteniano na Amazônia, por exemplo.
- ✓ Promover cartografia sistemática em escala adequada, ao longo de toda a costa brasileira, para conhecer melhor os depósitos terciários e quaternários e.g. Grupo Barreiras. Além da importância geológica pura, ter-se-á base sólida para prever os riscos geológicos, incluindo as inundações dos estuários de rios (*rias*).

2.2. Região Amazônica

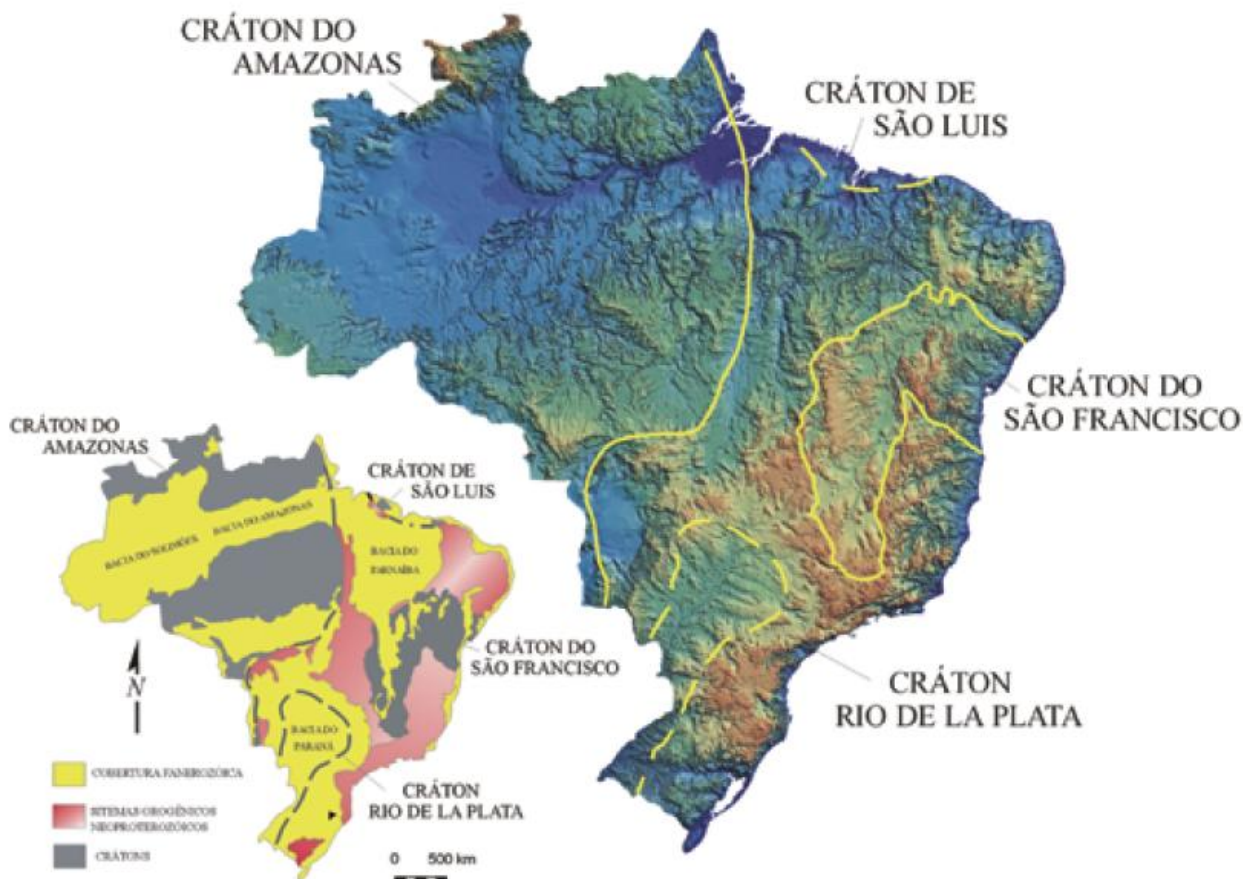
O conceito empregado para “Região Amazônica” neste Relatório é o da Amazônia Legal, uma configuração jurídica, estabelecida no artigo 2 da lei nº 5.173, de outubro de 1966, que abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, parte do Maranhão e cinco municípios de Goiás, correspondendo a 59% do território brasileiro, distribuído por 775 municípios. Na região vivem mais de 25 milhões de pessoas (13% da população nacional), das quais perto de 70% vivem em zonas urbanas (IBGE, 2009). **(Figura 2)**



Fonte: IBGE, 2005

Figura 2- A Amazônia Legal

Nela está localizado o **Cráton do Amazonas (Figura 3)**, uma **entidade geológica**, que cobre uma área de cerca de 4.300.000 km² e é um dos maiores crátons do mundo. Ele é dividido em duas entidades designadas de **Escudo das Guianas** e **Escudo do Guaporé**, separados pelas bacias sedimentares do Amazonas e Solimões constituídas durante o Paleozóico.



Fonte: Alkmim, 2004 (modificado), (in: Iadeira, RT- 12, 2009)

Figura 3 - Cráton do Amazonas e os demais crátons do território brasileiro

O Cráton do Amazonas ressalta-se por sua magnitude, Note-se: a) sobre os grandes crátons estão as grandes bacias hidrográficas e as grandes sinéclises; b) os grandes altos topográficos e estruturais correspondem às faixas orogênicas brasileiras. Mapa do relevo do Brasil elaborado por J.B. Françolin e subdivisão tectônica do Brasil baseada em Almeida et al. (1977). Fonte: Alkmim, 2004; legenda modificada.

As áreas cratônicas e as faixas dobradas que os rodeiam e outras entidades geológico-geográficas a eles associadas são riquíssimas em bens minerais conhecidos, tornando a região uma das mais importantes do País para a concentração de bens minerais, sendo detentora de muitas **jazidas de classe internacional** que entraram em produção nos últimos 50 anos (**Tabela 2**).

Província Mineral de Carajás: Ferro, Manganês, Cobre, Níquel, Ouro-Paládio
Província Bauxítifera de Paragominas: Alumínio
Província Bauxítifera do Médio Amazonas: Alumínio
Província Bauxítifera-Caulínica do Baixo Amazonas: Alumínio, caulim, materiais cerâmicos
Província Mineral de Vila Nova: Ferro, Manganês, Ouro, Cobre, Níquel.
Província Aurífera do Tapajós: Ouro
Província Estanífera-Aurífera de Rondônia: Estanho, Ouro
Distrito Estanífero de Pitinga: Estanho, Ouro, Molibdênio
Distrito Estanífero de Surucucus: Estanho, Ouro
Distrito Caulínico do Rio Capim: Caulim, materiais cerâmicos
Distrito Diamantífero de Rondônia: Diamantes
Distrito Carbonatítico Maicuru-Maraconá: Titânio, fosfato, Nióbio (?)
Distrito Carbonatítico de Seis Lagos: Nióbio, fosfato (?), Titânio (?), corretivo de solos
Distrito Salino do Médio Amazonas: sais potássios e sódicos (?) p/ produção de fertilizantes.

Fonte: Ladeira, RT -12, 2009

Tabela 2 - Principais Províncias Minerais e Distritos Mineiros da Amazônia Legal

Não obstante o pouco conhecimento geológico que dela se tem, a Amazônia participa amplamente do produto interno bruto mineral do Brasil (**Tabelas 3 e 4**).

**Balança Comercial da Indústria Extrativa e
de Transformação Mineral**
Em US\$ FOB - 2008



	Brasil	Amazônia Legal
Exportação Total	197.942.442.909	23.708.543.171
Exportação Mineral	43.169.582.702 (22%)	11.724.574.411 (49%)
Indústria Extrativa	19.496.723.580	6.416.117.737
Transformação Mineral	23.672.859.122	5.308.456.674
Importação Total	173.196.633.755	16.759.329.999
Importação Mineral	20.265.447.221 (12%)	1.424.122.682 (8%)
Saldo Total	24.745.809.154	6.949.213.172
Saldo Mineral	22.904.135.481 (93%)	10.300.451.729 (148%)

Fonte: MDIC/SECEX – 15/01/2009

**A Exportação Mineral representou 22% da exportação total do Brasil
e 49% do total da Amazônia em 2008.**

A indústria extrativa e de transformação mineral contribuíram para o superávit comercial brasileiro com um saldo setorial equivalente a 93% do saldo total nacional. Na Amazônia, o saldo mineral isoladamente foi 48% maior que o saldo total da Região. Cabe ressaltar que o saldo total é reduzido pela importação de produtos de outros setores, tal como a importação de máquinas, que também é realizada pela indústria mineral.

Fonte: IBRAM – Amazônia, 2009.

Tabela 3 - Balança Comercial da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral do país e da Amazônia Legal, 2008 (em US\$ FOB – 2008).

	Extrativa	Transformação	TOTAL	Var. % (2008/2007)
Brasil	19.496.723.580	23.672.859.122	43.169.582.702	+34%
Amazônia Legal	6.416.117.737	5.308.456.674	11.724.574.411	+39%
Pará	5.673.211.230	3.454.545.444	9.127.756.674	+43%
Maranhão	663.085.978	1.665.985.543	2.329.071.521	+25%
Amapá	56.713.006	73.937.561	130.650.567	+62%
Mato Grosso	16.712.235	74.693.200	91.405.435	-3%
Rondônia	4.892.517	3.448.179	8.340.696	+30%
Amazonas	1.397.589	35.781.987	37.179.576	+82%
Tocantins	100.000	39.539	139.539	-74%
Acre	5.182	24.778	29.960	-72%
Roraima	0	443	443	-88%

Fonte: MDIC/SECEX – 15/01/2009

A exportação da indústria extrativa e de transformação mineral da Amazônia cresceu 39% em 2008. Pará e Maranhão representam 98% do total da exportação mineral da Região.

Fonte: IBRAM – AMAZÔNIA, 2009 (in Ladeira, RT – 12, 2009)

Tabela 4-Exportação Mineral da Amazônia Legal (em US\$ FOB – 2008)

Da produção mineral total brasileira, a Amazônia contribui com a produção dos seguintes minérios: 26% de ferro (hematita), 74% de manganês, 80% de cobre; 100% de estanho (cassiterita), 85% de bauxita (alumínio); 26% do cromo (cromita) 100% do tântalo (tantálita-columbita), e 96% de caulim beneficiado (DNPM, 2007; IBRAM, 2009).

O Pará é o segundo maior produtor de bens minerais do Brasil, logo após o Estado de Minas Gerais, e poderá ultrapassá-lo a médio prazo o que dependerá de incentivos de natureza fiscal e creditícia, de um lado, e de outro lado de disponibilização de informações geológicas por parte do SGB/CPRM.

Por meio dos projetos Salobo, Sossego e outros que vão produzir cerca de 400 mil t/ano até 2012 e os de outras empresas, o Brasil poderá se tornar auto-suficiente e até exportador de cobre. Para isto os investimentos totais ultrapassarão 1,5 bilhão de dólares.

Segundo o DNPM (2007-2008), o mercado de bens minerais no Brasil movimentou R\$ 38,4 bilhões em 2007, quando os metálicos responderam por R\$ 29,3 bilhões (76,3%), enquanto que os não metálicos somaram R\$ 8,4 bilhões (23,7%). Em 2008 a movimentação foi de R\$ 51 bilhões, excluídos deste montante os valores de produção de petróleo e gás; e em 2009, mesmo com a crise de 2008-2009, poderá ultrapassar este valor.

Desses totais a Amazônia respondeu por R\$ 9,6 bilhões ou 25% do total do Brasil, tendo os metálicos respondido por 90%. Deste percentual, participaram o minério de ferro com 54,3%; minério de cobre, 13,8%; e bauxita, 12,8%.

Dos 137 bilhões de dólares (cerca de R\$ 274 bilhões) das exportações brasileiras, 21 bilhões (aproximadamente R\$ 42 bilhões) decorrem do setor mineral. Estudos feitos pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM) mostram que o **efeito multiplicador** de empregos no setor mineral é de **1:13**, ou seja, para cada posto de trabalho da mineração, são criadas **13 outras vagas ao longo da cadeia produtiva**.

Por outro lado os investimentos no país em pesquisa mineral, excluindo-se os de petróleo e minério de ferro, foram da ordem de R\$ 350 milhões, mantendo o mesmo nível do ano de 2006 e 2007, tendo a Região Norte respondido por mais de 45%. O Estado do Pará foi o que obteve a maior fatia dos investimentos, com aproximadamente 90% do total (Mártires et al. 2008; Ladeira, RT-11, 2009).

À luz dessas informações, o RT – 12 – Informação Geológica da Amazônia tem elencadas as seguintes considerações:

- Embora a Amazônia, bem como a entidade geológica que a melhor define, designada de Cráton Amazônico, represente uma das biogeodiversidades mais expressivas no mundo, os governos têm dado pouca atenção a esta vasta região.
- Não obstante a importância geológica, mineral e biológica da Amazônia, é muito pobre a informação geológica sobre esta megaregião, excetuando-se algumas poucas áreas, como a Província Mineral de Carajás, que é a melhor conhecida.
- Ademais, com raras exceções, o parco conhecimento geocientífico da Amazônia veio de estudos específicos, de caráter quase que pontual, se considerarmos a escala amazônica.
- Além disso, a informação existente é deficitária, pois em geral, as escalas são generalizadas, e os conhecimentos estão dispersos por várias organizações particulares, governamentais, ONG's, acadêmicas e outras. A base cartográfico-topográfica, quando há, é antiga, em papel ou cópia heliográfica (maior parte) ou xerográfica e, em geral, foi efetuada por processos antiquados e pelo transcurso do tempo, muitos estão

deteriorados. Portanto, estão em grande parte ultrapassados ou precisam ser recuperados.

- Existem não somente vazios cartográfico-topográficos, mas também de levantamentos geológicos básicos. Esta carência de conhecimento cartográfico abrange regiões de dimensões maiores que alguns países da Europa Ocidental, por exemplo, Portugal, Inglaterra, Escócia, Suíça.
- Até mesmo as cartas para uso em navegação aérea são deficitárias e possuem vazios cartográficos. Por outro lado, a topologia correta ou posicionamento exato de milhares de pontos do terreno, inexistem, como confluências de rios e o monitoramento da mutável drenagem da bacia hidrográfica amazônica, além das vergências, virgações ou junções de serrania, localização de aldeias e áreas de ocupação ilegal.
- A maior contribuição na segunda metade do século 20 para o conhecimento geológico do Brasil e em particular da Amazônia (Projeto RADAM) se deu pelo Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais (1965 - 1974).
- A dinamização da Amazônia, com os projetos que maturaram por meio das atividades supracitadas, está conectada indelevelmente com a atividade de mineração organizada: no Pará, as minas de ferro, manganês, ouro e cobre em Carajás; bauxita/alumínio em Barcarena e Trombetas; ouro em Tapajós; caulim, Rio Capim; no Amazonas, Pitinga (Sn) e Urucu (Petróleo); no Amapá, manganês na Serra do Navio, ferro, e ouro no Cassiporé; em Rondônia, cassiterita (Sn) em Igarapé Preto, Bom Futuro, Massangana, Santa Bárbara e diamante na região do rio Roosevelt.
- Para demonstrar que os estudos ainda são escassos, basta dizer que só recentemente o SGB/CPRM logrou realizar o trabalho de compilação geológica de dados dispersos e com qualidade variável, dos estados do Pará (2008), Amazonas (2006) e Rondônia (2007) e publicá-los em uma das escalas de visão do grande quadro da geologia, que é a escala 1.000.000. Faltam, contudo estudos de detalhe para definição de zonas potenciais de mineralização.

Com base nas considerações acima, são feitas as seguintes

Recomendações

- ✓ Ampliar o conhecimento da geologia regional da Amazônia é fundamental e urgente, pois ele é pré-requisito para qualquer tentativa de se estabelecerem projetos viáveis para estudo de seus bens minerais. Até há pouco tempo estes eram noticiados, em grande parte por amostras de rochas e minérios coletados de forma praticamente aleatória, sem ser parte de execução de cartografia geológica;
- ✓ Realizar levantamento de detalhe nos distritos minerais. A demonstração inequívoca dos frutos de trabalhos de mapeamento passados vem da produção mineral crescente da região onde investimentos em pesquisa mineral foram estimulados pelos levantamentos geológicos básicos (LGB) e pelo Projeto Carajás.
- ✓ Estabelecer um núcleo de profissionais peritos em exploração mineral para analisar continuamente a grande potencialidade mineral da Amazônia sugerida pelos reconhecimentos geológicos executados em numerosas áreas de mais fácil acesso, sem contar os chamados vazios cartográficos.
- ✓ Investir na cooperação SGB/CPRM com várias universidades para a execução dos levantamentos geológicos usando-se as técnicas modernas de mapeamento e TI o que certamente indicará ambientes geológicos favoráveis para descoberta de recursos minerais.
- ✓ A execução das ações supracitadas estimulará a mineração organizada a investir na exploração mineral daqueles ambientes geológicos para definição de alvos mineralizados e bloqueio de reservas lavráveis, acarretando a ocupação ordenada do território e o desenvolvimento sustentável da Amazônia, o que irá melhorar o seu IDH.
- ✓ Integrar os levantamentos básicos que devem constar quase que simultaneamente de métodos aerogeofísicos de alta resolução, levantamentos geológicos e geofísicos terrestres, combinados com análises geoestruturais de detalhes. Tal procedimento imperativo será altamente eficiente para detectar mineralizações de ouro, prata e metais de base, bem como estruturas controladoras de mineralizações ou corpos de minério.

3. Aerogeofísica

A geofísica tem sido, ao lado da geoquímica e do sensoriamento remoto por radar aerotransportado e satélites, um dos meios mais empregados no estudo indireto das propriedades físicas da Terra e um dos mais eficazes na prospecção de bens minerais, sobretudo a partir da Segunda Guerra Mundial.

De lá até os dias de hoje, as técnicas de geofísica em geral e as aéreas, em particular, têm experimentado um avanço extraordinário, como consequência não só da indústria bélica e espacial, mas como resultado de investigações científicas de emprego econômico (prospecção mineral, incluindo a petrolífera e a de águas subterrâneas), social e ambiental (detecção de áreas e situações de riscos naturais, como sismos, erupções vulcânicas, explosões solares, segurança de reatores nucleares ,etc.).

A evolução da eletrônica digital a partir do final da década de 70 e a disponibilização dos sinais de satélites GPS pelo Governo dos EUA para uso comercial, no final dos anos 80, seguidos dos compensadores aeromagnéticos automáticos e os programas desenvolvidos para o ambiente *windows* representaram um enorme salto no emprego cada vez mais seguro e confiável dos aerolevantamentos. A isso vieram se juntar os aerolevantamentos gravimétricos, inicialmente dirigidos para a prospecção de kimberlitos e hoje com outras aplicações a exemplo de água subterrânea e detecção de corpos com alta ou baixa densidade regional.

Essa tecnologia foi precedida de grandes avanços como os gamaespectrômetros de quatro canais e dos magnetômetros a próton das décadas de 60 e 70, quando surgiram também os primeiros sistemas digitais de aquisição de dados e os primeiros programas de computador para processamento; o emprego de sistemas automáticos de navegação e posicionamento eletrônico das aeronaves (rádio ou dopler); os gamaespectrômetros multicanais e os sistemas eletromagnéticos do tipo *Induced Pulse Transient (INPUT)* nas décadas de 70 e 80; a tecnologia que reduziu grandemente a “zona morta” dos sensores magnéticos de vapor alcalino (*split beam*), elevando a eficiência desses sensores e tornando a realidade os levantamentos de alta resolução.

No início deste século, novas tecnologias têm sido desenvolvidas e utilizadas principalmente em países com tradição mineira acentuada, a exemplo da Austrália e do Canadá, como a aerogravimetria-radiometria e o sistema eletromagnético de domínio de tempo recomendado para alvos localizados em grande profundidade, denominado *Megatem*, empregado, por exemplo, pela *Fulgro Airbone Surveys* (Hildenbrand, *op cit.*).

Tal como em diversas partes do mundo, até o início do século passado, a geofísica como hoje a conhecemos era utilizada no Brasil em medidas do campo magnético da Terra e observações sísmicas executadas pelo Observatório Nacional – ON, localizado no Rio de Janeiro e hoje vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

Segundo a Sociedade Brasileira de Geofísica, “entre 1954 e 1968, a atividade de geofísica no Brasil era conduzida praticamente apenas pela Petrobras na prospecção de petróleo”.

A criação dos Cursos de Geologia a partir de 1957, os programas de pesquisa e pós-graduação da UFBA, em 1960, do Instituto de Astronomia e Geofísica – IAG/USP e do ON – Observatório Nacional em 197, e do Centro de Geofísica da UFPA, em 1975 contribuíram sobremaneira para o ensino e pesquisas de geofísica no País e foram seguidos por outras instituições universitárias.

O extinto Conselho Nacional de Petróleo – CNP, a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, a antiga Companhia Vale do Rio Doce (hoje Vale), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, a SGB/CPRM e a Petrobras foram ou têm sido as principais instituições que contribuíram para os levantamentos aerogeofísicos do Brasil, através da contratação de empresas especializadas. Grandes projetos advindos de Convênios com o Canadá e a Alemanha introduziram no Brasil técnicas modernas para a época e tiveram importante papel no treinamento de geólogos/geofísicos brasileiros em épocas de grande significado para o conhecimento geológico do nosso território e para a descoberta de depósitos minerais de importância econômica.

Segundo Hildenbrand, 2002, “em maior ou menor grau, todas as tecnologias aerogeofísicas têm sido empregadas no Brasil de forma sistemática ao longo dos últimos 50 anos”.

Nos últimos cinco anos, com recursos financeiros adequados à SGB/CPRM um grande número de aerolevantamentos tem sido promovido, com particular (e acertadamente) atenção à Região Amazônica.

Os levantamentos aerogeofísicos (assim como os levantamentos terrestres e marinhos) realizados no Brasil estão quase todos registrados nos Bancos de Dados de duas grandes instituições: a SGB/CPRM (AERO) e a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis – ANP (BDEP). As informações contidas no AERO são públicas e vendidas a preços “de custo” praticamente. Os do BDEP dividem-se em três grupos: os públicos (que não se encontram em período de confidencialidade), confidenciais (que se encontram em período de confidencialidade) e secretos (dados e informações de interesse estratégico e comercial para as empresas detentoras).

O Banco de Dados da SGB/CPRM (AERO) evidencia que, entre 1953 e 2008 foram cobertos quase 10 milhões de km² do território brasileiro, incluindo áreas da Plataforma Continental, num total de 190 projetos. Foram mais de 7,5 milhões de km de perfís a espaçamentos de linhas entre 0,25 e 8 km, com alturas de 80 a 1.500 m. Diversos desses levantamentos constituem-se em coberturas com espaçamentos menores entre linhas de vôo e áreas trabalhadas anteriormente; portanto, os números devem ser observados com cuidado.

Em fevereiro de 1995 a SGB/CPRM assinou Convênio Técnico-Científico com a empresa canadense de consultoria em geofísica *Paterson, Grant e Watson Limited* – PGW para a digitalização dos Mapas de Contornos Magnéticos (campo magnético total) e dos Mapas Radiométricos (K, U, Th e o Canal de Contagem Total) dos principais levantamentos executados (em especial o Geofísica Brasil-Canadá, da década de 70, que cobriu parte do Pará, Mato Grosso e Goiás), visando à geração do Mapa Aeromagnético da América do Sul (*South American Magnetic Mapping Project – SAMMP*) e o Mapa Aeroradiométrico do Brasil (*Brazil Airbone Radiometric Mapping Project - BRMP*).

Para o SAMMP, a PGW, em colaboração com a empresa GETECH, compilou mais de 500 aerolevantamentos magnetométricos na América do Sul, com o apoio de um consórcio de mais de 20 companhias internacionais de mineração e petróleo, e os dados comerciais foram liberados em julho de 1997. O Projeto cobriu aproximadamente 75% da área terrestre e plataforma continental, desde o Caribe até a Patagônia. Os dados são vendidos por país ou por folha de 1° x 1° e entre os produtos disponibilizados estão atlas com mapas em escalas de 1:2.000.000, em 1:5.000.000, metadatos, incluindo datas de aquisição, redução, reprocessamento e produção dos mapas, *grids* de 1 km x 1 km ou com alta resolução.

Para o BRMP, a PGW recompilou mais de 2,3 milhões de quilômetros de perfis de aerolevantamentos radiométricos em áreas cratônicas do Brasil, com o espaçamento médio de linhas de vôo, em geral de 2 km e altura entre 60 e 150 m, abrangendo 42 Projetos. Entre os produtos oferecidos (arquivos e mapas completos do País vendidos a US\$ 40,000; arquivos de perfis por projeto a US\$ 0,15 por km; e *grids* por Estado ou área a US\$ 10,000) estão dados calibrados de perfis para % de K, eU, eTH e T.C. e *grids* para cada projeto, *grids* regionais de K, U, Th e T.C, mapas de radioelementos em escalas de 1:2.000.000 e 1:5.000.000, e relatórios técnicos e atlas de projetos.

A análise dos aerolevantamentos realizados permite fazer as seguintes observações de caráter geral:

- Os levantamentos aerogeofísicos realizados até agora pelos órgãos governamentais do Brasil (DNPM, SGB/CPRM, CNEN, Nuclebras, CNP, Petrobras) praticamente se restringiram a dois métodos, combinados ou não nos mesmos vôos: magnetometria e gamaespectrometria. Menos de 10 deles utilizaram métodos geoeletricos ou ainda a aerogravimetria.
- Os levantamentos aerogeofísicos realizados na década de 70 acompanharam os objetivos dos mapeamentos geológicos em terra, e cobriram áreas com possibilidades de se detectarem depósitos minerais importantes para substituição de importações (Sn, Cu, Ni, Cr, Al, Co, P) ou aumento de reservas já conhecidas (U, Nb, T.R., Au, petróleo e gás), em

acordo com a política estabelecida pelo Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do País 1965-1974. E muito contribuíram para o entendimento da geologia e a descoberta de muitos depósitos minerais hoje em processo de aproveitamento econômico.

- Nas décadas de 80 e 90 praticamente só a Petrobras continuou com seus aerolevantamentos, com resultados altamente positivos. Os recursos escassos do DNPM, nos anos 80, e da SGB/CPRM, na década de 90, não foram suficientes para trabalhos aerogeofísicos em quantidade. Os poucos projetos privilegiaram, no entanto, importantes áreas da Amazônia, como as Províncias de Carajás e Tapajós.
- Os levantamentos executados no passado só agora começam a ser digitalizados e as localizações das linhas de vôo e mesmo das coordenadas das áreas levantadas são tanto mais imprecisas quanto mais antigos são os trabalhos.
- Os levantamentos executados antes de 1992 em geral contemplaram sistemas de navegação com posicionamentos precários dos pontos de medição, resultando, muitas vezes, em erros de até 2 km (especialmente na Amazônia). Os planejamentos eram feitos sobre mosaicos de radar ou sobre fotografias aéreas com pouco controle, muito diferente do obtido hoje por satélites de posicionamento global (GPS). Os dados de gamaespectrometria eram apresentados em “contagem por segundo – cps” e não em unidades equivalentes, tornando imprecisa a correlação dos resultados de levantamentos diferentes, e até mesmo dentro de um mesmo levantamento quando a aquisição era feita por plataformas diferentes.
- Os aerolevantamentos geofísicos executados sob a égide do DNPM, da SGB/CPRM (incluindo os realizados em 2008 e os previstos para 2009), CNP e Petrobras privilegiaram as Regiões Norte e Nordeste seguidas das Regiões Sudeste, Sul e Centro – Oeste.
- Já os projetos da CNEN e Nuclebrás tiveram o Nordeste e o Centro-Oeste como regiões principais de operação, seguidas das Regiões Norte, Sul e Sudeste.
- As Regiões Centro-Oeste e Nordeste foram os alvos principais dos levantamentos para empresas e órgãos de Governo Estaduais, graças às parcerias estabelecidas nos últimos anos, seguidas das Regiões Norte e Sudeste, não havendo nenhum registro na AERO para a Região Sul.
- Enquanto nos projetos mais antigos (como deve ser esperado), os produtos disponibilizados pela SGB/CPRM são mais simples e com menor

diversificação (e.g. mapas de perfis rebatidos do canal de U e Th, de contorno radiométrico – contagem total, de contorno de intensidade magnética total, além de posicionamento de linhas de voo e fita magnética, interpretação dos dados magnéticos e radiométricos), os projetos mais recentes apresentam mais de 30 produtos, comprovando a evolução da geofísica no Brasil, acompanhando o que acontece no resto do mundo.

Recomendações

As considerações gerais acima levam às seguintes recomendações para a SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil:

- ✓ Elaborar um Programa Nacional de Geofísica para o Brasil que contemple tanto a Aerogeofísica Regional quanto a Geofísica terrestre, e que tenha por objetivo não só a prospecção e pesquisa minerais, mas também questões sociais. Grandes países produtores de bens minerais, como os EUA, o Canadá, a África do Sul, a Austrália (que têm seus territórios inteiramente cobertos com levantamentos aeromagnetométricos e, em grande parte com gamaespectrometria também, além de gravimetria terrestre), já está seguindo os exemplos da Índia e China, que reconhecendo a importância dessa técnica (inclusive para diversas questões ambientais) criaram os seus Programas Nacionais de Aerogeofísica, objetivando re-analisar os resultados dos levantamentos mais antigos e detalhar as áreas de possível interesse para a exploração mineral.
- ✓ Continuar elegendo como prioritária a Amazônia Legal, por ainda ser a região mais desconhecida do Brasil, e, dentro dela, as áreas que não sejam Reservadas (como as indígenas, parques nacionais, ambientais, florestas nacionais, etc.), que abranjam rochas e complexos pré-cambrianos, que já tenham minerações econômicas e que estejam em zonas de fronteiras;
- ✓ Detalhar, com espaçamentos e alturas menores de vôos áreas levantadas no passado e que se apresentem como potenciais para a concentração de depósitos minerais;
- ✓ Planejar todos os levantamentos levando em conta os mapeamentos geológicos e geoquímicos realizados anteriormente; em outras palavras, aproveitar ao máximo o conhecimento já adquirido para racionalizar os trabalhos de aerogeofísica, normalmente de custos elevados;
- ✓ Em um segundo momento, elencar áreas prioritárias no restante do País, ainda não voadas, com potencial mineral de relevância para o Brasil no âmbito de uma visão global (recursos energéticos e hídricos subterrâneos, minerais básicos para emprego na agricultura, metais e minerais de uso em

indústrias de ponta como a espacial, a tecnologia da informação, elementos com aplicativos em saúde e lazer, além dos considerados economicamente estratégicos para o País);

- ✓ Continuar a envolver os Estados da Federação em parcerias nos levantamentos aéreos, a exemplo do que já vem sendo feito com Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso.
- ✓ Introduzir outros métodos aerogeofísicos em áreas selecionadas pelo seu potencial, como os eletromagnéticos e gravimétricos.
- ✓ Continuar a digitalizar os perfis e mapas de levantamentos das décadas anteriores ao presente século.
- ✓ Integrar o AERO ao GEOBANK (excelente banco de dados geocientíficos da SGB/CPRM), da mesma forma que outros bancos de dados que lá estão, ao menos no que tange aos metadados dos projetos.
- ✓ Aprimorar o aperfeiçoamento de suas equipes e incentivar profissionais e estudantes e profissionais externos nas operações, emprego, tratamento e interpretação das informações geofísicas, fortalecendo as parcerias com as Universidades e, entre outras, com a Sociedade Brasileira de Geofísica.
- ✓ Estabelecer Acordos de Cooperação Internacionais para a troca de experiências e treinamento de pessoal em todos os níveis abrangidos pela geofísica.

Em março e abril de 2000, especialistas de várias instituições brasileiras se reuniram em dois grupos para debater as questões da geofísica na Amazônia e apresentar recomendações no âmbito do Projeto Plataforma EXMIN/Amazônia (Comitê *Ad hoc*. Plataforma EXMIN/Amazônia, 2000)

O primeiro grupo, constituído de professores e profissionais da UFPR, UnB, USP, UFPA, DOCEGEO, LASA, WMC, SGB/CPRM e ADIMB, elaborou as propostas reproduzidas a seguir para a aerogeofísica na Amazônia, as quais continuam válidas até hoje e, de certa forma estão sendo seguidas em boa parte pelo MME, através da SGB/CPRM:

“Complementar a cobertura aerogeofísica em magnetometria e gamaespectrometria de modo a cobrir toda a região amazônica com linhas espaçadas de pelo menos 1.000 metros, com o estado da arte nestes métodos em termos de aquisição e processamento.

• Fazer a cobertura da aeromagnetometria e aerogamaespectrometria de todas as províncias minerais e distritos mineiros, em linhas de vôo espaçadas de 500 metros ou menos.

- *Recobrir, progressivamente, com linhas espaçadas de 1.000 metros, áreas voadas anteriormente a 1992, de modo a fornecer novos dados.*
- *Liberar todos os dados dos aerolevantamentos em meio digital, a custo mínimo, à medida em que forem sendo obtidos, antes mesmo da geração das cartas temáticas oficiais, permitindo assim sua utilização imediata pelos interessados.*
- *Garantir que o Programa de Aerolevantamentos da Amazônia - PAA (SMM/SGB/CPRM-2000) seja concluído e expandido para outras áreas da região amazônica o mais breve possível, visto constituir-se num programa estratégico para o setor mineral e um primeiro passo de apoio político ao setor na Amazônia.*
- *Realizar transectas regionais de aerogravimetria cortando os escudos e as bacias com o objetivo de identificar as estruturas maiores, condicionadoras em geral de depósitos minerais/petrolíferos.*
- *Fomentar e apoiar os programas e projetos de pesquisas técnico-científicas aplicadas sugeridas neste documento, no sentido de melhorar o entendimento dos métodos aerogeofísicos e de seus condicionantes na região amazônica.*
- *Viabilizar a formação clássica e continuada de pessoal em aerogeofísica em todos os seus níveis.*
- *Aumentar a disponibilidade de dados aerogeofísicos na região através da criação de mecanismos legais que viabilizem a abertura de dados de aerogeofísica de empresas privadas.*
- *Reforçar quantitativa e qualitativamente o pessoal técnico da SGB/CPRM, bem como oferecer atrativos capazes de fixá-lo na região amazônica.*
- *Viabilizar centros, consórcios e/ou grupos cooperativos de pesquisa que possam somar os conhecimentos acadêmicos e empresariais no estudo objetivo dos ambientes mais promissores da região amazônica e de seus depósitos minerais.*
- *Divulgar os resultados do Projeto-Plataforma EXMIN/Amazônia junto à comunidade internacional de investidores no setor mineral e aos formadores de opinião, através de um portal de alta qualidade a ser criado na Internet. “*

O segundo grupo, formado por especialistas da UnB, UFPA, IAG/USP, INPE e ON do MCT, DOCEGEO, Petrobras, SOPEMI, SBGf, RTZ/Consult., elaborou propostas e recomendações para a mesma Região Amazônica no que tange à geofísica profunda, as quais, perfeitamente válidas, são reproduzidas a seguir:

- *“Para promover o conhecimento geofísico em profundidades litosféricas são recomendados levantamentos conjugados e apropriados para a obtenção de informações sobre os parâmetros físicos e estruturas que ocorrem nestas profundidades, através de um esforço nacional envolvendo governo, empresas e*

universidades. A interpretação deve integrar o conhecimento multidisciplinar proporcionado pelas diversas abordagens geofísicas.

- *Deve-se realizar esforços para a criação de consórcios e de cooperação de pesquisas entre a área acadêmica, entidades do governo e empresas, para a realização de levantamentos, processamentos e interpretações dos dados a exemplo do que ocorre em outros países de dimensões continentais.*
- *Devido às dificuldades de acesso, são recomendados como prioritários os levantamentos através de plataformas aéreas (aerogravimetria e aeromagnetometria), o aproveitamento dos rios navegáveis (sísmica e gravimetria fluvial), a instalação de redes de equipamentos para a coleta de dados de suporte (rede gravimétrica fundamental, estações de Maré Solida) e estudos regionais (tomografia telesísmica; sondagens geomagnéticas profundas, paleomagnetismo).*
- *Empresas de mineração devem disponibilizar coleções de amostras catalogadas, para o início dos estudos de caracterização das propriedades físicas de rochas e minérios, tais como as magnéticas, elétricas, elásticas, térmicas, radioativas, de densidade e permeabilidade; Devem também dar apoio logístico em levantamentos próximos às suas áreas de atuação.*
- *Os levantamentos de geofísica profunda devem ser ajustados ao **Programa de Levantamentos Aerogeofísicos na Amazônia (PLAA)**. Estes dados e os de outros programas geofísicos executados por entidades públicas, empresas e universidades devem se tornar públicos em curto prazo após serem adquiridos.*
- *Deve-se melhorar substancialmente a capacidade de pessoal e equipamentos especializados para levantamentos geofísicos profundos na área acadêmica, instituições governamentais e empresas, principalmente aquelas que atuam na Amazônia; mobilizar pesquisadores para atuarem em pesquisa na Amazônia e viabilizar recursos para trabalhos de campo, contratação de pessoal técnico especializado e para manutenção de equipamentos.*

As recomendações desses dois grupos de especialistas em geofísica para a Amazônia vêm reforçar indubitavelmente a priorização que deve ter a Amazônia. Não só pelo seu potencial mineral em razão de sua constituição geológica, como pelo caráter estratégico que representa para o Brasil, como uma das últimas fronteiras do conhecimento físico do mundo, comprovadamente rica em biodiversidade, recursos hídricos e energéticos, para apenas citar os mais óbvios. E está na mineração organizada uma das possibilidades reais de ocupação e aproveitamento sustentados dessa vasta área do globo terrestre.

4. Geoquímica

Como ciência, a geoquímica é relativamente antiga e experimentou grande evolução logo após a Segunda Guerra Mundial, quando novos métodos de amostragem e equipamentos passaram a ser empregados na prospecção e pesquisa minerais, tornando-se uma das ferramentas mais valiosas para o conhecimento geológico da superfície e subsuperfície terrestres e de seu potencial mineiro.

Nos últimos anos, a geoquímica tem exercido papel fundamental nas questões ambientais, tanto como instrumento corretivo, como preventivo, e esse papel será grandemente fortalecido, na medida que a consciência ambiental se torna cada vez mais disseminada. Até mesmo no hoje constante tema das mudanças climáticas a geoquímica passou a ter grande importância, quer sob o ponto de vista de investigações paleoambientais, através de estudos de rochas e sedimentos, quer históricas (testemunhos de gelo, edificações antigas) quer atuais (emissões de CO₂ e outros poluentes). Pode-se mesmo afirmar que a geoquímica está hoje presente, de uma ou outra forma, no cotidiano das pessoas.

Essa preocupação ambiental vem enriquecer a aplicação da geoquímica, que até pouco tempo atrás era praticamente restrita à prospecção e pesquisa minerais. Os grandes Serviços Geológicos mundiais já a utilizam com aquela finalidade e promovem Programas Nacionais de Geoquímica de médio e longo prazo, procurando juntar os dois objetivos. É o caso dos EUA, Canadá, China, Austrália, África do Sul. Esses Planos Nacionais compreendem amostragens em malhas de baixa densidade inicialmente, em geral abaixo de 1 amostra/300 km² a 5.500 km² (no caso da Austrália). A reanálise de muitas amostras de projetos do passado, executados quando os equipamentos de laboratório e a logística no campo ainda eram bastante inferiores aos de hoje, tem sido uma das preocupações nesses países.

No futuro, isso poderá sair em benefício da própria atividade de mineração perante as pressões sociais de cunho ambiental.

Empregada em larga escala na década de 70 e início dos anos 80 no Brasil, juntamente com a fase áurea dos levantamentos geológicos do País, objetivando não só complementar o conhecimento geológico em si, mas localizar alvos para a prospecção e pesquisa minerais, a geoquímica de campo diminuiu no restante da década e na seguinte, e mesmo hoje ainda não alcançou o patamar do passado.

No que se refere às informações de projetos realizados no passado, os países desenvolvidos e com tradição mineira experimentam os mesmos problemas que o Brasil. Em geral, a amostragem naquela época (décadas de 50, 60, 70 e mesmo 80) tinha um grau de inconsistência, abrangendo vários tipos de material, com diferentes graus de

alteração, mineralização etc; os métodos de análises eram relativamente pouco diversificados (análise total ou digestões parciais com digestores fracos), havia diferenças muito grandes de equipamentos, à medida que a tecnologia evoluía, ausência de informações sobre metadados importantes (calibração e precisão de instrumentos, por exemplo), conjunto de elementos variáveis (às vezes somente um ou dois elementos, outras 12 a 13, e muitas vezes 30 elementos, sem um tratamento ou interpretação maior dos resultados obtidos). Nesse sentido, a Austrália, em seu Programa Nacional de Geoquímica, está coletando amostras de regolito transportado nas saídas de grandes bacias de captação, com baixíssima densidade (até uma amostra por cada 10.000 km²), para análise de 60 ou mais elementos com técnicas modernas e consistentes. Os EUA, por sua vez, pretendem analisar, em seu Programa Nacional de Geoquímica, um mínimo de uma amostra de sedimentos de corrente a cada 289 km² de áreas e usar um único conjunto de métodos analíticos para todo o país. Nesse caso, a participação das Universidades americanas e dos Serviços Geológicos Estaduais é imprescindível.

Em praticamente todos os casos, os PNGs são realizados em parceria com Estados ou Províncias, envolvendo Serviços Geológicos Regionais, Centros de Pesquisa, Universidades e até mesmo empresas de mineração e da área ambiental, num processo de cooperação mútua para o bem comum.

Esses Programas vão acabar se integrando ao Projeto 259 do Programa Internacional de Correlação Geológica (IGCP) “Mapeamento Geoquímico Internacional”.

Recomendações

Com base nas análises de situação dos países selecionados em relação ao Brasil, é recomendável que o Serviço Geológico do Brasil implante um Programa Nacional de Geoquímica a exemplo dos mencionados neste Relatório que tenha por princípios:

- ✓ A introdução do conceito e preocupação ambientais nesse Programa, com monitoramento rígido do trabalho em áreas em mineração (incluindo garimpos), zonas urbanas e com significativa atividade agrícola principalmente;
- ✓ O mapeamento geoquímico de todo o País com amostragem de sedimentos de corrente de baixa densidade (uma amostra/1.000 km² em áreas de mais fácil acesso, a 5.000 km², no caso da Amazônia (complementadas com amostragens de concentrados de bateia) dependendo das dimensões e características da bacia trabalhada). Esse tipo de amostragem de baixa densidade está sendo adotado pelos países mais desenvolvidos e com tradição mineira (Austrália, Canadá, EUA), além da China e Índia, para selecionar preliminarmente áreas a serem detalhadas em seguida;

- ✓ Esse levantamento de baixa densidade, a exemplo da Austrália e do Canadá, deve ter por meta a cobertura de todo o Brasil em cinco anos. Considerando-se as dificuldades de acesso na Amazônia; a necessidade de se recuperar e expandir a capacidade hoje existente de laboratórios no País; a contratação e preparação de novos profissionais (principalmente pela SGB/CPRM) e custos de convênios com universidades e estados, o Programa Nacional de Geoquímica deve ficar em torno de US\$ 6 a 8 milhões (cerca de R\$ 2,4 a 3,5 milhões por ano), por comparação com as estimativas da Austrália, os quais poderão estar diluídos em outros trabalhos de mapeamento geológico complementar, por exemplo;
- ✓ Tal como no Canadá e África do Sul, que utilizam helicópteros para a coleta de amostras nas regiões mais geladas (no caso do Canadá) e inóspitas, quase sem acesso (no caso da África do Sul), esse meio de transporte para o trabalho na Amazônia pode ser adequado e econômico na amostragem de baixa densidade e em outros pontos selecionados pela aerogeofísica, por exemplo;
- ✓ Adicionalmente, promover amostragem detalhada no entorno das grandes regiões metropolitanas (uma amostra a cada 5 a 20 km², dependendo da região), abrangendo água e solos, no intuito de coligir elementos para análises de custo/benefício para a preservação e/ou exploração de curto prazo de bens minerais eventualmente detectados, na tentativa de se evitar o que aconteceu com os depósitos de fosfato de Pernambuco (Olinda e Recife) ou de cobre do Morro do Jaraguá (SP), cujos aproveitamentos ficaram inviáveis pela expansão urbana;
- ✓ Evidentemente que no Programa Levantamentos Geológicos do Brasil conduzido pela SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil – que se pretende continue a render os bons resultados que deu no passado e continua a dar hoje – a amostragem geoquímica deve continuar a ser feita, com ênfase à coleta de solos, de rochas, de bacia, de água e, eventualmente, e, em casos especiais, de material biológico também (plantas). O tipo de amostragem e análises dependerá da região e da área;
- ✓ Em paralelo, promoção da análise de consistência dos resultados químicos de todos os levantamentos já realizados; a análise complementar de elementos com as alíquotas de amostras que possam permitir isso e a coleta também complementar de amostras nas áreas com levantamentos geológicos que tenham sido realizados no passado em malhas de grandes dimensões ou com propósitos muito específicos;
- ✓ As parcerias com outras instituições, especialmente as Universidades (tal como vem sendo feito para os levantamentos geológicos básicos no

momento), envolvendo não só professores e consultores, mas também estudantes universitários, a exemplo do Programa EDMAP (universidades) dos EUA;

- ✓ O envolvimento, sempre que possível, dos Estados, através de suas Secretarias de Minas e Energia e Ciência e Tecnologia ou equivalentes, no mínimo para contribuírem com a alocação de bolsas a estudantes para esse trabalho, a exemplo do Programa STATEMAP dos EUA;
- ✓ O aumento no número de laboratórios, de profissionais especializados em geoquímica (geólogos e técnicos laboratoriais), com competência para realizar os trabalhos e também para coordená-los efetivamente;
- ✓ O aprimoramento contínuo das equipes internas e externas da SGB/CPRM e das instituições participantes do Programa, promovendo-se cursos, estágios, visitas a outros SGNs;
- ✓ Estabelecimento de Acordos de Cooperação Internacional que promovam o desenvolvimento e o intercâmbio de experiências e treinamento de pessoal. Recomendam-se acordos especiais com os países limítrofes, como a Guiana Francesa, a Guiana, o Suriname, a Venezuela, a Colômbia, o Peru, a Bolívia, onde estão as nascentes de muitas de nossas drenagens na Amazônia e em cujas fronteiras há o desenvolvimento de atividades garimpeiras e agrícolas que podem influenciar no planejamento da amostragem e nos resultados das análises, não se devendo esquecer também do Paraguai, Argentina e Uruguai, ainda que separados do Brasil por rios.

5. Hidrogeologia

Entre inúmeras observações sobre a hidrogeologia brasileira, o RT – 15 – Análise das Informações sobre Recursos Hídricos Subterrâneos no País, elaborado pelo consultor Albert Mente, destacam-se as seguintes:

- Desde a elaboração dos Mapas “Hidrogeológico do Brasil” (DNPM/SGB/CPRM, 1983) e “de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil” (SGB/CPRM, 2004) que representam os últimos trabalhos de síntese sobre as condições de água subterrânea do País, um grande número de estudos específicos tem sido divulgado em várias publicações científicas, notadamente aquelas de iniciativa da ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, constituindo-se em valiosas fontes de informação sobre os recursos hídricos subterrâneos.
- As subdivisões do território nacional em Províncias Hidrogeológicas podem ser consideradas como as primeiras tentativas de cartografar unidades representativas de reservatórios aquíferos subterrâneos regionais, e refletiram, em um dado momento, o nível de conhecimento das águas subterrâneas do país.
- Outra ferramenta importante de informação sobre água subterrânea disponível atualmente é o Sistema de Apoio à Gestão das Águas Subterrâneas – SIAGAS, banco de dados hidrogeológicos da SGB/CPRM, elaborado em ambiente SIG – Sistema de Informações Geográficas, contando atualmente com dados de aproximadamente 180.000 poços no território nacional.
- A maioria dos poços profundos existentes na Brasil, bem como o maior número de informações hidrogeológicas disponíveis, concentra-se na sua metade oriental, coincidindo com o quadro geral da distribuição demográfica nacional. Na metade ocidental – região Centro-Oeste, Oeste e Norte – a densidade dos poços fica bem mais esparsa, reduzindo-se também a quantidade e qualidade das informações hidrogeológicas.
- É enorme o potencial hidrogeológico do Brasil. Grande parte dos sistemas se comporta como confinados (Guarani, Ponta Grossa, Furnas, Marizal, S. Sebastião, Inajá/Tacaratu, Cabeças, Serra Grande, Corda, Beberibe e Açú); os aquíferos Poti-Piauí, Missão Velha e Exu regionalmente se comportam como aquíferos livres. Dependendo da estrutura geológica das bacias, as

profundidades dos poços podem variar de algumas dezenas de metros até dois mil metros.

- Outras grandes regiões do País apresentam sistemas aquíferos diferenciados, como, por exemplo, os aquíferos situados nas Formações Cenozóicas, os encontrados no domínio do Cristalino e nos Metassedimentos/Metavulcânicas abrangendo grande parte do Nordeste, em especial. A Formação Barreiras, ocorrente de norte a sul do Brasil, e os depósitos aluviais são os principais aquíferos componentes do domínio Cenozóico e têm intensa utilização, principalmente nas Regiões Norte e Nordeste. Nesta última, no domínio do embasamento cristalino e nas áreas de ocorrência dos metassedimentos e metavulcânicas, devido ao clima semi-árido da região, ocorre expressiva queda na produtividade dos poços, os quais muitas vezes se apresentam com água bastante salinizada em relação a outras regiões de domínios similares.
- As ocorrências dos domínios dos carbonatos/metacarbonatos situam-se principalmente na Bahia e Minas Gerais, além dos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Amazonas, Pará e Rio Grande do Norte. Constituem-se sistemas aquíferos predominantemente heterogêneos, cuja característica principal é a constante presença de formas de dissolução cárstica (dissolução química de rochas calcárias), formando cavernas, sumidouros e dolinas. O alargamento de fraturas existentes por processos de dissolução permite acumulação de expressivos volumes de água, mas, muitas vezes, de forma descontínua ao longo da sua área de ocorrência. A água, no geral, é do tipo carbonatada, com dureza bastante elevada.
- Outro subdomínio hidrogeológico que não se incorpora nos aquíferos principais do País é o “Poroso/Fissural” que apresenta baixa a média favorabilidade hidrogeológica. Tratam-se de pacotes sedimentares sem ou com muito baixo grau metamórfico e que se caracterizam como aquíferos do tipo misto, com comportamento de aquífero granular (com porosidade primária baixo-média) além de um comportamento fissural (fendas e fraturas) acentuado. Ocupam vastas áreas na região central e Região Centro-Oeste. A produção dos poços tubulares pode, às vezes, alcançar valores significativos em função da espessura do manto de intemperismo aliada aos altos índices de precipitação nas regiões.
- No nível de governos estaduais, o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos apresenta-se de forma muito heterogênea. Alguns estados possuem uma secretaria específica de recursos hídricos com autoridade ampla para gerir o assunto. Em outras os recursos hídricos estão na

competência de outras secretarias, encarregadas de assuntos diversos (e.g. Planejamento, Habitação, Irrigação etc.). Exemplos de organizações bem estruturadas e em pleno funcionamento são encontrados no DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica – São Paulo; na Secretaria Estadual de Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente SEMA/RS; SANEPAR/PR - Companhia de Saneamento do Paraná; SUDERSHA/PR - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IGAM/MG - Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco; Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Ceará. A Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa) é a responsável pelo abastecimento de água de quase todo o estado da Bahia e pertence ao governo do estado.

- Tendo em vista artigo da Constituição Federal de 1988 determinando que as águas subterrâneas sejam bens estaduais, vários Estados já assumiram efetivamente a gerência destes recursos, administrando-os de acordo com uma política bem estabelecida e de longo prazo, impedindo que se originem problemas tanto de uso, como de ordem ambiental. Outros, no entanto, ainda estão longe de assumir essa responsabilidade.

Recomendações

Os critérios para a formulação das recomendações que se seguem estão diretamente relacionados às condições hidrogeológicas encontradas no País e, em particular, aquelas encontradas na região Nordeste do Brasil.

- ✓ Realizar o maior número de projetos de abastecimento público de água que contemple a utilização do manancial subterrâneo como fonte de captação. Estes projetos devem ser acompanhados, ou mesmo precedidos, com detalhados estudos hidrogeológicos, propiciando o entendimento adequado do modelo hidráulico do sistema, indispensável à realização de uma exploração de longo prazo;
- ✓ Adotar, pelo Poder Público, política para elevar o nível de atendimento social. Um bom exemplo de atendimento na região Nordeste é o projeto da SGB/CPRM - Serviço Geológico do Brasil com a execução de projetos de recadastramento regional de poços, permitindo a recuperação daqueles abandonados, evitando a perfuração desnecessária de novos poços, além da instalação de equipamentos de bombeamento nas captações já existentes;

- ✓ Promover a maior divulgação do modelo de abastecimento público d'água para populações urbanas, a partir da exploração de recursos hídricos subterrâneos, como opção compatível com as condições sócio-econômicas de países em desenvolvimento e em atendimento às demandas sanitárias e de saúde pública das suas populações;
- ✓ Continuar com o aprimoramento dos conhecimentos sobre as reservas e recursos explotáveis das províncias hidrogeológicas do Nordeste, buscando sempre a definição das suas reais potencialidades e a elaboração de políticas de aproveitamento dos aquíferos regionais;
- ✓ Buscar continuamente o desenvolvimento de novas metodologias para locação de poços em terrenos cristalinos, visando diminuir as taxas de insucesso, principalmente o alto índice de poços secos e com águas salinizadas;
- ✓ Pesquisar novas tecnologias para dessalinização de águas, a custos mais acessíveis e com maiores volumes de água ;
- ✓ Promover estudos integrados dos aquíferos aluviais, avaliando suas recargas e descargas dentro de toda bacia hidrográfica e assegurando vazão regularizada nos sistemas de captação neles instalados, sobretudo para o abastecimento d'água de pequenas comunidades;
- ✓ Desenvolver metodologias apropriadas para projetos de barragens subterrâneas e barragens de assoreamento, visando melhor aproveitamento dos depósitos aluviais;
- ✓ Executar novos poços em rochas cristalinas e sedimentares no Nordeste, mediante locação tecnicamente correta e emprego de métodos de perfuração adequados a cada formação geológica;
- ✓ Continuar com o recadastramento regional de poços, permitindo a recuperação daqueles abandonados, em vez de se proceder simplesmente à perfuração de novos poços;
- ✓ Incentivar a instalação de equipamentos de bombeamento nos poços já perfurados, preferencialmente aqueles que não requeiram energia elétrica

ou combustível para acionamento de moto-bomba, como, por exemplo, o uso de catavento ou painéis solares;

- ✓ Executar poços rasos em áreas aluviais, do tipo mais adequado para cada caso: poço tubular, poço amazonas, poço coletor com dreno radial, galeria filtrante, etc.;
- ✓ Incrementar substancialmente a construção de barragens subterrâneas de forma tecnicamente adequada e construir barragens de assoreamento visando aumentar o volume de aluviões e acúmulo de água mais facilmente explorável;
- ✓ Recomendar aos Estados da Federação que efetivamente se apossem dos recursos hídricos em seus territórios, tendo em vista o que determina a Constituição Federal, administrando-os de acordo com uma política bem estabelecida e de longo prazo, impedindo, de modo absoluto, problemas tanto de uso, como de ordem ambiental, criando-se, por exemplo, instituição legal estadual com plenos poderes para gerenciar os recursos hídricos;
- ✓ Incluir a cartografia hidrogeológica como um dos pontos básicos do programa das águas subterrâneas no Plano de Recursos Hídricos dos Estados da Federação, considerando-se que o conhecimento hidrogeológico detalhado das regiões é fundamental para a gestão adequada dos recursos hídricos subterrâneos;
- ✓ Continuar alimentando sistematicamente o Sistema de Apoio a Gestão das Águas Subterrâneas – SIAGAS da SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil, que apresenta mecanismos que facilitam a coleta, consistência e armazenamento de dados hidrogeológicos e sua difusão, estando atualmente com mais de 180.000 poços cadastrados.

6.Geologia Marinha

O interesse pelos recursos minerais dos oceanos começou com a Expedição Challenger que, entre 1872 e 1876 dragou argilas vermelhas, nódulos metálicos e vasas constituídas de diminutas carapaças de foraminíferos e radiolaritos, abrindo uma nova perspectiva para a mineração no mundo.

No início dos anos 60 começaram a se viabilizar as perspectivas de aproveitamento dos nódulos de manganês detectados pela Challenger nos Oceanos Pacífico e Índico, e se aceleraram as negociações internacionais objetivando o estabelecimento de regras para as questões do mar, na medida que alguns países, como os EUA, o Chile e Peru, passaram a tomar iniciativas de apropriação dos mares adjacentes aos seus territórios, levando a ONU a convocar uma Assembléia Geral em 1958 para a realização da I Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, que abordou cinco grandes temas sobre o assunto: a Convenção sobre o Mar Territorial, a Convenção sobre a Plataforma Continental, a Convenção sobre o Alto Mar, a Convenção sobre Pesca e Conservação dos Recursos Biológicos do Mar, e o Protocolo Facultativo sobre a Solução Obrigatória de Controvérsias.

A II Conferência da ONU sobre os Direitos do Mar em 1960 não avançou muito, mas permitiu a discussão e, de certa forma, o acirramento das controvérsias sobre temas como a largura do mar territorial ou a delimitação das zonas de pesca, não chegando a ser um marco do assunto.

Na Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas, em 1967, culminaram as discussões sobre a possibilidade de apropriação dos recursos por poucos países ou empresas, e pelos danos ambientais decorrentes o embaixador de Malta, A. Pardo, propôs que a exploração dos recursos existentes no solo e subsolo das áreas oceânicas sob jurisdição internacional deveriam ser consideradas “patrimônio da humanidade” e, dessa forma, pertencerem a todos indistintamente, causando um enorme alvoroço e a criação do Comitê dos Fundos Marinhos. Estabeleceu-se um antagonismo declarado entre dois grandes grupos: os que queriam os oceanos livres para a exploração (EUA e Rússia à frente) e os que, em grande maioria, queriam o máximo de internacionalização possível no regime dos fundos marinhos, com benefícios especiais para os países em desenvolvimento.

Em 1970 a Assembléia Geral da ONU aprovou a “Declaração de Princípios que governam os Fundos Marinhos, o leito do Oceano, seu subsolo, além dos limites da Jurisdição Nacional”

A III Conferência da ONU para o Direito do Mar, convocada em 1973, levou nove anos de negociações para, em 1982 a comunidade internacional chegar a acordo

sobre um conjunto de princípios e normas sobre os oceanos, registrados na “Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar”, que entrou em vigor somente a partir de 1994, com a ausência dos EUA, que até hoje não a ratificaram. Nela estão definidos os limites das jurisdições nacionais e internacionais, a saber: nas áreas de jurisdição nacional: o Mar Territorial, a Zona Contígua, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental; nas áreas internacionais: o Alto Mar e a Zona Internacional do leito marinho. Nela está também a figura maior da Convenção, denominada **Autoridade**, responsável pelas autorizações para exploração e exploração dos fundos marinhos.

A partir de então intensificaram-se as pesquisas científicas econômicas por parte de vários países que correram para assegurar áreas prospectivas em regiões com maior probabilidade de aproveitamento de nódulos polimetálicos, concentrando-se particularmente na área da Fratura Clarion - Clipperton, no Oceano Pacífico a sul - sudoeste do Havaí (França, Rússia, Japão, China, Coreia do Sul, e o Consórcio Polônia – Bulgária -República Checa - República Eslovaca - Cuba – Federação Russa) e no Oceano Índico (Índia). No contexto da Convenção estes são os Investidores Pioneiros e gozam de alguns privilégios, como as dimensões iniciais das áreas requeridas junto à Autoridade.

Hoje, mais e mais países estão correndo para delimitar as suas águas territoriais e se interessando pela exploração dos fundos oceânicos, à medida que se desenvolvem as tecnologias de pesquisas e mineração nesses fundos e os meios para minimizarem os riscos ambientais. As requisitadas por investidores já chega a dois milhões de km², tendendo a aumentar, especialmente no Oceano Índico, junto às nações - ilhas e com as perspectivas de aproveitamento de crostas ricas em cobalto e sulfetos maciços encontrados em grandes profundidades.

Muitas nações desejam justamente deixar de ser dependentes da importação de alguns bens para sua indústria, em virtude de sua baixa potencialidade mineral, para se tornarem total ou parcialmente auto-suficientes naqueles que lhe são mais caros e estratégicos. Japão, Coreia do Sul, Inglaterra, França e praticamente toda a Comunidade Comum Européia enquadram-se nessa categoria.

Outras nações, como a China, Índia e Austrália, ainda que auto - suficientes ou praticamente auto - suficientes em bens metálicos encontrados também nos fundos oceânicos, temem que a mineração submarina possa vir a prejudicar o interesse comercial de suas empresas em terra firme, e procuram assegurar seus direitos de exploração e exploração desses bens em áreas de jurisdição internacional, sob controle da **Autoridade**.

Ao Brasil podem ser aplicadas as duas situações de maneira diferenciada. Praticamente auto - suficiente nos metais mais importantes presentes nos nódulos e sulfetos polimetálicos (a exemplo do Mn, Fe e Ni), e com perspectiva para assim se tornar na maioria dos demais em virtude da vasta área de seu território ainda desconhecida

(Amazônia), o nosso País teria um enorme interesse em adquirir o conhecimento necessário para a exploração de recursos minerais em sua ZEE e Plataforma Continental, e um interesse secundário da região da **Área**. Esse interesse secundário, no entanto, não exime o País de atuar no sentido de assegurar seus direitos à mineração futura nessa região, antes que ela esteja totalmente requerida por outros países.

Os EUA não aderiram à Convenção até o momento, mas as prospecções de seus vizinhos como o Canadá e a Rússia já os levam a refletir sobre sua decisão.

Enfim, já houve a largada para a posse efetiva das áreas das Plataformas Continentais, expandidas ou não, e um grande número de países, além dos Investidores Pioneiros no conceito da Convenção, já começam a se movimentar para assegurar direitos sobre áreas internacionais ou na denominada **Área**, demonstrando a irreversibilidade do processo de mineração nos fundos oceânicos, a começar pela obtenção de fontes de energia – petróleo, gás natural, hidratos – estendendo-se para os nódulos e sulfetos polimetálicos e crostas cobaltíferas e outros que certamente virão a ser descobertos.

Note-se, também, que além dos depósitos dos grandes fundos oceânicos em áreas internacionais, muitos países estão promovendo rapidamente o conhecimento de suas plataformas continentais e desenvolvendo métodos e técnicas de exploração sustentada de outros bens minerais de interesse imediato para a sociedade, a exemplo de areia e cascalho, ao lado de minerais pesados, diamante, potássio, fosfato, enxofre, carvão, além, obviamente de petróleo e gás. Interesse crescente vem sendo demonstrado por várias nações (EUA, China, Índia, Coreia do Sul à frente) no estudo dos extensos depósitos de hidratos de metano, como possível fonte de energia futura.

Parece também não haver dúvidas de que o avanço tecnológico para detecção, exploração e exploração de nódulos e sulfetos polimetálicos e crostas de cobalto, além de hidratos de metano, por parte de nações que querem ficar independentes de importações para sua indústria, deverá em breve tornar econômica a mineração desses bens nos fundos oceânicos, devendo-se aqui lembrar que a profundidade média dos oceanos é de 6.000 m, dimensão essa que já não soa tão absurda para atividades de interesse do homem como há 20 anos atrás.

O Brasil possui quase 8.000 km de área litorânea, podendo ter o controle jurisdicional sobre uma área marinha de 4,4 milhões de km², mais da metade, portanto, de seu território emerso, fato esse pouco conhecido dos brasileiros, que olham o mar como área de lazer ou, no máximo, como meio de transporte para mercadorias e pessoas.

O potencial do mar brasileiro começou a ser conhecido no final da década de 60, com o Projeto GEOMAR (DHN, UFRGS, UFRJ), e sobretudo nos anos 70, com a realização do Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira – REMAC (DNPM, SGB/CPRM, DHN, CNPq, Petrobras) executado do Rio Grande do Sul

ao Amapá, trazendo informações básicas não só das bacias sedimentares de interesse para petróleo e gás, como de outros bens minerais como nódulos de fosfato, evaporitos, sedimentos carbonáticos, diatomita, minerais pesados, além da morfologia submarina, que mais tarde seria detalhada pela Marinha do Brasil através do Projeto LEPLAC – Levantamento da Plataforma Continental, vindo a ser importante para a agregação do País à Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e para suas reivindicações sobre a extensão de suas águas jurisdicionais além das 200 milhas normais.

As pesquisas e exploração de sucesso pela Petrobras em águas cada vez mais profundas têm sido um forte motivo para o conhecimento geológico de regiões cada vez mais profundas dos oceanos brasileiros, não parecendo haver dúvidas de que o avanço tecnológico permitirá em futuro não muito distante a extração de óleo e gás para além dos limites da Zona Econômica Exclusiva e mesmo da Plataforma Continental, ou seja, além das possíveis 350 milhas estabelecidas pela Convenção.

Fora esse parâmetro de grande sucesso da Petrobras, pouco se conhece, e consequentemente pouco se aproveita de outros bens minerais oferecidos pelo litoral e oceano “brasileiros”.

As ocorrências de nódulos polimetálicos e fosfáticos em alguns Platôs da Plataforma Continental, assim como de domos salinos ao largo do Rio de Janeiro e Espírito Santo, particularmente, e as possibilidades de existência de depósitos econômicos de ouro no paleocanal do rio Gurupi (MA) e diamante, na foz do rio Jequitinhonha (ES), a exemplo das praias e terraços marinhos da Namíbia e África do Sul, ainda são insuficientes para a atração maciça do empresariado mineiro do país, prevalecendo, de certa forma, apenas a extração de areia e cascalhos para reconstrução de perfis de praias e, em parte, para uso na construção civil. Tentativas de aproveitamento de minerais pesados no Espírito Santo e Rio de Janeiro, e de granulados sílico-clásticos e carbonáticos nas mesmas regiões ainda não redundaram em grande sucesso, em parte pelas restrições ambientais.

Dessa forma, urge que o Brasil proceda rapidamente ao melhor conhecimento de sua potencialidade mineral oceânica em todas as zonas: Costeira, Mar Territorial, Zona Econômica Exclusiva, Plataforma Continental e até mesmo na denominada **Área**, de jurisdição internacional, aqui utilizando parcerias internacionais.

Nessas últimas duas décadas já houve um extraordinário avanço brasileiro na questão dos recursos minerais do mar. Além do sucesso da exploração de petróleo em grandes profundidades encetada pela Petrobras (e que terá nas camadas do “Pré Sal” o seu próximo grande desafio tecnológico), a criação do Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira – LEPLAC em 1989, do Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Brasileira – REMPLAC em 1997, e o recente Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial – PROAREA, representam enormes decisões

políticas para o País. Este último, em particular, tem por objetivo geral identificar áreas de valor econômico e de importância político – estratégica para o País na área internacional do Atlântico Sul e Equatorial, e como objetivos específicos a ampliação da presença brasileira na região, a coleta de dados para subsidiar futuras requisições brasileiras de áreas junto à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos – ISBA (ou ISA); a obtenção de informações técnicas, econômicas e ambientais necessárias para que empresas, públicas e privadas, e órgãos governamentais possam desenvolver atividades de exploração mineral e gestão ambiental nessa região do globo terrestre; e o preparo e qualificação de recursos humanos nos diversos níveis de formação necessários à implementação de atividades da **Área**.

Nos últimos anos, a SGB/CPRM, em parceria com a Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, do Ministério da Marinha, e com as universidades brasileiras, retomou as atividades de geologia marinha, interrompidas na década de 90, e está participando ativamente do REMPLAC, e implantou um importante banco de dados que evidencia o estado da arte do conhecimento geológico da Plataforma Continental Jurídica Brasileira – PCJB “de forma integrada e correlacionada a uma ampla variedade de informações geológicas, tectônicas e de recursos minerais em um único ambiente georeferenciado”. As informações contidas no SIG PCJB são provenientes de seu GEOBANK, do Banco de Dados de Exploração e Produção - BDEP, da Agência Nacional de Petróleo, do BAMPETRO, da DHN, do DNPM, da NOAA, de órgãos governamentais, empresas públicas e universidades, constituindo-se em iniciativa fundamental para o conhecimento (e disseminação) da geologia e potencialidade da PCJB.

Destaque especial deve ser feito para o BDEP acima mencionado, administrado pela SGB/CPRM, que apresenta dados fundamentais sobre as Bacias Sedimentares terrestres, terrestres – marinhas e marinhas do País, grande parte deles já acessível ao público em geral e aos meios acadêmicos e empresas privadas, em especial.

Evidentemente, que o Brasil, para se engajar no esforço de conhecer e explorar as riquezas minerais dos oceanos no futuro, tem que se preparar no curto, médio e longo prazos, o que inclui:

- Elaboração de um Plano Estratégico, que assegure continuidade como ação de País e não de Governo, detalhado com as devidas prioridades;
- Capacidade física instalada, incluindo a criação de um Centro, Laboratório ou mesmo um Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Mar, no conceito do Ministério da Ciência e Tecnologia estabelecido em seu Relatório de Avaliação das Unidades de Pesquisa de 2001;

- Fortalecimento dos atuais Centros de Pesquisa Oceanográfica existentes e criação de outros em locais estratégicos, com capacidade e missão principal de trabalhar em redes, coordenados pelo Instituto Nacional acima;
- Meios flutuantes(navios) adequados em número e especificidades;
- Formação e Capacitação intensiva de recursos humanos;
- Elaboração e/ou adaptação da legislação mineral e ambiental com aplicabilidade à exploração e exploração nos fundos oceânicos;
- Conscientização da população nacional sobre a importância dos oceanos para as gerações presentes e futuras.

Os marcos legais para a exploração e exploração de recursos naturais do mar, com ênfase nos minerais, variam de País para País, no que concerne aos seus Mares Territoriais, Plataformas Continentais e Zonas Econômicas Exclusivas, no contexto da Convenção das Organizações Unidas para o Direito do Mar.

Em alguns países a conotação desse aproveitamento está ligada a questões políticas de soberania ou demonstração de poder; em outros, é a independência de aquisição de bens minerais a partir de uma ou poucas fontes de fornecimento, adquirindo a exploração de recursos minerais dos oceanos um caráter estratégico; para uns terceiros, a reserva de áreas para exploração futura (caso dos fundos oceânicos em zonas internacionais principalmente) representa uma segurança para a continuidade das minerações dos depósitos em terra firme até o seu esgotamento pelas empresas detentoras dos direitos minerários.

A legislação mineral brasileira, consubstanciada no Código de Mineração, seu Regulamento e normas e portarias conseqüentes não distingue, em essência, a pesquisa e a lavra de recursos minerais no continente e no oceano, assim como também a legislação ambiental, em que pese os cuidados e restrições estabelecidas, nesta última, para o aproveitamento de recursos marinhos.

Para que o Brasil se engaje no esforço da exploração mineral dos fundos oceânicos, além dos aspectos técnico-científicos, tecnológicos, infraestruturais, econômicos, políticos e de recursos humanos, há que se refletir sobre as necessárias mudanças nos marcos legais brasileiros, tanto minerais (Código de Mineração e instrumentos conseqüentes) como ambientais.

Mudanças essas que não chegam a ser de grande monta. No caso do Código, considerado o meio ambiente ao mesmo tempo frágil e agressivo, as expansões das dimensões de áreas para pesquisa e lavra e prazos para investigação são as principais, ao lado de exigências de monitoramento constante por Comissão Especial Interministerial Consultiva. No caso da legislação ambiental, a exigência de documentos e

comprovações sobre a sustentabilidade da mineração tem maiores implicações, haja vista outros usos dos oceanos para o benefício da sociedade brasileira, a exemplo da pesca, da navegação, dos cabos de transmissão etc.

Recomendações

a. Sob a ótica política

- ✓ Assegurar que o Plano Duodecenal para o Mar seja realmente um programa da Nação para o conhecimento do mar brasileiro, com realizações efetivas, prioridades e metas bem definidas, e que não sofra as usuais discontinuidades causadas por mudanças de governo, falta de recursos, etc.;
- ✓ Garantir que os processos de aprovação e implementação das diversas iniciativas se ajustem, no mínimo, às possibilidades e limitações já reconhecidas e aceitas e que reflitam o nível de conhecimento existente em cada momento;
- ✓ Manter uma estrutura ágil e forte, com poder decisório, que agrupe os diversos segmentos interessados e que disponha de apoio técnico capaz de auxiliar na formação dos juízos mais adequados e de credibilidade para ser ouvida antes da tomada de decisões;
- ✓ Criar um Centro, ou Laboratório Nacional ou mesmo um Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia do Mar, capaz de coordenar as pesquisas científicas e o desenvolvimento tecnológico necessários para o Plano Duodecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – Setor Mar, e que possa incentivar a inovação na área de técnicas e equipamentos para a pesquisa e a exploração marinhas;
- ✓ Fortalecer o papel da SECIRM – Secretaria Interministerial para os Recursos do Mar, como agente político aglutinador das grandes decisões a serem tomadas com relação ao mar brasileiro, e da SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil nos estudos geológicos dos oceanos;
- ✓ Estudar e adaptar, se necessário, a legislação mineral brasileira no que tange à pesquisa e exploração mineira nos fundos oceânicos, em consonância com o Ministério do Meio Ambiente e seus órgãos envolvidos na questão;
- ✓ Consolidar o setor mineral marinho alicerçado sobre uma base produtiva social, econômica e ambientalmente sustentável, realizando uma exploração mineral plena e adequadamente orientada, com base em

instrumentos de gestão modernos, transparentes e participativos, incluindo a utilização de áreas marinhas protegidas a exemplo das existentes em nosso território emerso, e com uma estrutura de fiscalização ágil e eficiente;

- ✓ Estabelecer e incentivar a cooperação internacional voltada para a pesquisa e aproveitamento dos recursos marinhos não-vivos dos fundos oceânicos, em particular com os países que se encontram mais avançados na questão, como o Japão, a Índia, a Coreia do Sul e a França. Seus sucessos e insucessos servirão de base para o desenvolvimento científico, tecnológico e para a inovação no País.

b. Sob a ótica legal

- Fase de Requerimento de Pesquisa:
 - ✓ Expandir as dimensões máximas para as áreas requeridas no Mar Territorial, Plataforma Continental e Zona Econômica Exclusiva, para 1.000 ha para agregados marinhos e granulados carbonáticos e 5.000 ha para as demais substâncias pesquisadas;
 - ✓ Aumentar do prazo único dos alvarás para três anos para quaisquer substâncias, com prorrogações para mais dois anos;
 - ✓ Criar Comissão Especial para análise prévia de todos os requerimentos de pesquisa protocolados nas áreas do MT, da PC e da ZEE integrada não só por geólogos, engenheiros de minas e especialistas ambientais, como também por especialistas em assuntos do mar, especialmente em oceanografia e oceanologia, incluindo biólogos e representantes da CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, para que se tenha o máximo de isenção no julgamento dos requerimentos de pesquisa. O eventual indeferimento deles não deve ser considerado como bloqueio definitivo para outras atividades de mineração futura, uma vez que as situações podem mudar com o tempo;
 - ✓ Promover estudo para superação de conflitos quando um requerimento de pesquisa se sobrepuser a uma concessão para petróleo.
- Fase de Autorização de Pesquisa
 - ✓ Vincular a aprovação do Relatório Final de Pesquisa e do Plano de Aproveitamento Econômico à apresentação de informações específicas e imprescindíveis para assegurar a sustentabilidade do empreendimento.
- Fase de Concessão de lavra

- ✓ Estabelecer mecanismos de monitoramento de conformidade, com a verificação se as condições da autorização são respeitadas;
- ✓ Criar metodologia de monitoramento para verificação do impacto espacial e temporal da dragagem e das interferências com as outras utilizações do mar.

c. Sob a ótica de infra - estrutura

- ✓ Fortalecer os atuais centros e laboratórios de pesquisa do mar existentes na SGB/CPRM e Universidades Federais e Estaduais do País, através da recuperação física de suas infra - estruturas e modernização constante de seus equipamentos;
- ✓ Criar um centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos oceanográficos e de geologia e geofísica marinhas, de forma a otimizar e viabilizar uma infra - estrutura básica de pesquisa marinha;
- ✓ Estabelecer a sistematização e a integração de informações geológicas e geofísicas da Plataforma Continental Brasileira e das áreas oceânicas adjacentes por meio de um banco de dados georeferenciados, agregando-o ao GEOBANK da SGB/CPRM, e elaboração de documentos normativos para o levantamento e armazenamento das informações geológicas, geofísicas e outras que se acharem necessárias;

d. Sob a ótica de recursos humanos

- ✓ Ampliar e fortalecer os cursos de graduação e pós-graduação em oceanografia;
- ✓ Incentivar a criação de cursos de mestrado e doutorado nas Universidades que ainda não os possuem;
- ✓ Incentivar o pós-doutorado em instituições nacionais e estrangeiras;
- ✓ Criar cursos técnicos específicos para atividades marítimas relacionadas, especificamente aos recursos minerais do litoral e dos fundos do mar;
- ✓ Implantar, nos cursos e engenharia de minas hoje existentes, matérias relacionadas aos recursos do mar, sua pesquisa e mineração de sorte a criar a consciência técnica sobre o assunto e abrir a oportunidade de novos campos de trabalho para os profissionais dessas áreas;
- ✓ Estabelecer cotas especiais de bolsas junto ao CNPq e CAPES, para alunos de graduação e pós-graduação em institutos de ensino e/ou de

pesquisa que estejam ou estarão integrados à execução do Plano Duodecenal em questão.

e. Sob a ótica técnico-científica

- ✓ Ampliar e consolidar as redes de pesquisa de sorte a nortear a avaliação do potencial mineral marinho e a caracterização tecnológica dos recursos minerais de interesse socioeconômico;
- ✓ Realizar levantamentos sistemáticos visando identificar as características geológicas e geomorfológicas do fundo marinho e de seu subsolo da Plataforma Continental Brasileira;
- ✓ Detalhar as áreas de ocorrências conhecidas de nódulos de manganês e de fosfatos na PCB e onde haja a possibilidade de novas ocorrências;
- ✓ Identificar áreas de ocorrências de novos recursos minerais e levantar informações geológicas de base para o manejo e a gestão integrada do PCB e da zona costeira adjacente;
- ✓ Ampliar as atividades de pesquisa e proceder ao início de atividades experimentais de mineração de pláceres e granulados siliciclásticos e carbonáticos na PCB;
- ✓ Ampliar as atividades de recuperação da costa brasileira, com base em inventário da potencialidade de existência de areia e cascalho na plataforma continental interna;
- ✓ Dar início à pesquisa mineral na área internacional dos oceanos mediante a requisição de sítios de exploração junto à Autoridade Internacional dos Fundos Oceânicos (Autoridade) em regiões adjacentes à PCB, com o objetivo de ocupá-las antes que sejam requisitadas por outros países (a exemplo das recentes requisições da Inglaterra ao redor das Ilhas Falklands, Geórgia do Sul e Sandwich, no Atlântico Sul);
- ✓ Investir na SGB/CPRM tecnicamente para torná-la o braço brasileiro na requisição de áreas nos fundos internacionais junto à Autoridade;
- ✓ Realizar estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para subsidiar a política de planejamento e gestão da PCB e da zona costeira e as entidades reguladoras, por meio da definição de critérios técnicos para a exploração desses recursos minerais;
- ✓ Gerar e/ou adaptar novas tecnologias de pesquisa e lavra mineral alicerçadas na sustentabilidade social e econômica da atividade.

- ✓ É preciso ainda considerar o gigantesco avanço da tecnologia, mormente na exploração de petróleo e gás, em águas cada vez mais profundas. Energia é um dos cinco desafios maiores que a humanidade terá que enfrentar neste século, e apesar da exigência da sociedade para energias mais limpas, o petróleo ainda deverá perdurar por longas décadas como o propulsor do desenvolvimento mundial. Não importa onde se encontre, desde que sua exploração e aproveitamento sejam econômicos. Por correlação, esta é uma tendência experimentada no começo do século passado quando os “teores de corte econômico” para os minérios de cobre encontravam-se acima de 2,5%, e hoje podem ser, em condições especiais, ao redor de 0,3 a 0,7 % Cu, como em Palaborawa, na África do Sul. Tudo depende da legítima lei da oferta e procura, da necessidade e disponibilidade.

Além dos três documentos citados acima, uma quarta proposta, na forma de minuta, foi apresentada à SECIRM em 2001, no contexto do “Plano Setorial para os Recursos do Mar” e do “Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira”, com objetivo de ampliar o conhecimento sobre a região e fornecer subsídios para o detalhamento de áreas favoráveis à concentração mineral, exceto petróleo e gás.

Essa proposta, cuja Coordenação-Geral caberia ao Ministério de Minas e Energia, teria como executantes as Coordenações Operacional e Científica da Marinha, a SGB/CPRM e o PGGM -Programa de Geologia e Geofísica Marinha, e como objetivos específicos efetuar o levantamento geológico – geofísico sistemático da PCJB; efetuar, em escalas apropriadas, projetos temáticos, levantamentos geológico-geofísicos de sítios de interesse geo-econômico-ambiental identificados na PCJB, visando avaliar sua potencialidade mineral; e acompanhar, em nível nacional e internacional, as atividades relacionadas à exploração e exploração dos recursos minerais de bacias oceânicas e sistemas de cordilheiras mesoceânicas. A principal meta seria efetuar o levantamento citado de toda a PCJB em escala de 1:1.000.000 até 2010, enquanto os levantamentos de detalhe se dariam em áreas selecionadas, nas escalas de 1:100.000 e 1:300.000. O orçamento geral para o Projeto no período 2002 - 2006 foi estimado em R\$ 704.580.000,00 à época (2001).

7. Geologia Ambiental

O termo “geologia ambiental” parece ter surgido na década de 70, quando as questões ambientais passaram a ser discutidas em grandes foros organizados principalmente pela Organização das Nações Unidas e suas instituições.

Nessas quatro décadas, o conceito do termo sofreu poucas alterações, sendo normalmente adotado o de Keller, estabelecido em 1982 (www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead):

“Geologia Ambiental é geologia aplicada abrangendo um amplo espectro de interações prováveis entre o Homem e o ambiente físico. Especificamente, é a aplicação da informação geológica para resolver conflitos, minimizando a possibilidade de degradação ambiental, ou maximizando a possibilidade de adequado uso do ambiente natural ou modificado”.

Este é, de uma maneira geral, o conceito utilizado para “Geologia Ambiental” pela maioria dos Serviços Geológicos dos países (EUA, Canadá, Alemanha, Austrália) e por alguns emergentes, como a Índia e a China, que usam, além da observação geológica de campo direta, o sensoriamento remoto por satélites, a geofísica e sobretudo a geoquímica em larga e pequena escalas, conforme o problema e a área a ser trabalhada, integrados ou não aos levantamentos geológicos sistemáticos.

Nos livros- textos mais antigos era dada muita ênfase aos processos geológicos, centrando as discussões na sua caracterização. Atualmente, além desses processos vêm ganhando bastante espaço as discussões sobre as consequências econômicas e sociais da interação inadequada do ser humano com o meio físico. Dessa forma, Geologia Ambiental tornou-se, para muitos, sinônimo de Geologia Social, termo criado por Berbert, C.O. na década de 90, para conceituar os trabalhos da SGB/CPRM voltados para as áreas de risco geológico, planejamento para ocupação territorial (incluindo o urbano), recursos para a agricultura, geologia médica e outros.

É com o conceito acima que a SGB/CPRM vem promovendo o conhecimento do meio físico, participando de projetos e estudos sobre geologia ambiental, em parcerias com órgãos de planejamento federais, estaduais e municipais, entidades públicas e privadas, organizações não-governamentais e instituições acadêmicas.

Os estudos sobre geologia ambiental têm por objetivo incentivar a aplicação do conhecimento das ciências geológicas ao desenvolvimento de estudos e novos métodos e tecnologias a serviço da preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida da população. Neste sentido, vêm sendo desenvolvidas, de forma sistemática, linhas de ação com enfoque na análise e redução de danos e perdas provocados por desastres

naturais (em especial, desertificação, escorregamentos e inundações); avaliação de anomalias geoquímicas em sedimento de fundo, água e solo e possíveis associações com problemas de saúde pública; e análise e remediação de impactos ambientais promovidos pela atividade mineral por meio de subsídios à execução de planos de recuperação de áreas degradadas pela mineração.

Dentre os estudos geológicos-ambientais executados pela SGB/CPRM destacam-se os seguintes projetos:

- APA Carste Lagoa Santa
- Informações do Meio Físico da Região Metropolitana do Recife
- Plano Diretor de Mineração da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS
- Projeto Rio de Janeiro
- Projeto Porto Seguro - Santa Cruz Cabrália
- PRIMAZ-Programa de Interação com Municípios da Amazônia - Monte Alegre
- PRIMAZ-Programa de Interação com Municípios da Amazônia - Presidente Figueiredo
- Sistema de Informações Geoambientais da Região Metropolitana do Recife
- Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno
- Atlas Geoambiental: Subsídios ao Planejamento Territorial e à Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape
- Atlas Geoquímico do Vale do Ribeira

Pelos títulos acima pode - se observar a diversidade de temas e os recortes geográficos abrangidos pela Geologia Ambiental no Serviço Geológico do Brasil.

De certa forma, na Geologia Ambiental como conceituada acima pode ser inserida a Geologia Médica que pode ser definida como o estudo da influência das rochas, minerais e água na saúde das pessoas. Especialidade relativamente recente no campo das geociências, a geologia médica vem também recebendo atenção do SGB/CPRM, a exemplo de diversos Serviços Geológicos no mundo, como os da Escandinávia, Japão, Coréia, Tailândia, EUA, Inglaterra. Muitas doenças e especificidades nas condições humanas podem decorrer de fontes naturais da Terra. As técnicas geoquímicas e de análises mineralógicas podem ser aplicadas no estudo de

diversas patologias que afetam tanto os seres humanos como animais domésticos ou não.

Importante dizer, também, que a geologia ambiental está diretamente ligada à geodiversidade, definida pela SGB/CPRM como “o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico” (Silva, C.R. da, 2008).

O conceito toma, portanto, amplitude de “patrimônio natural” e justifica as iniciativas voltadas ao reconhecimento de unidades territoriais que guardam elementos ou fenômenos importantes para a “memória da Terra”, caracterizadas por “Geoparques”, para as quais devem ser destinados esforços de conservação.

Nesse ponto, vale destacar que o conceito de geodiversidade – devidamente entendido como a base da biodiversidade – vem consolidando espaço, inclusive no âmbito do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), na medida em que os objetivos das Unidades de Conservação da Natureza convergem cada mais ao propósito dos Geoparques, ou seja, de proteção “das características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, arqueológica, paleontológica e cultural”, tal como prevê formalmente o art. 4º, alínea VII da Lei 9.985/2000 (Lei SNUC).

Como se vê, as questões ambientais vão se tornando mais e mais presentes nas discussões e no dia-a-dia da sociedade, num cenário onde as geociências, e particularmente a geologia, revelam-se como alicerces. Sua relevância tende a aumentar ainda mais com as mudanças climáticas que já se prenunciam no futuro próximo, cujo entendimento pressupõe conhecimentos minuciosos da sistemática pretérita e atual.

Recomendações

- ✓ Estudos geoambientais devem fazer parte permanente das atividades da SGB/CPRM e devem ser incentivados junto aos órgãos estaduais e municipais das principais cidades brasileiras;
- ✓ Priorizar estudos ambientais nas grandes regiões metropolitanas como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, seguidas das demais capitais do País, a exemplo dos já realizados em Porto Alegre (Menegat, R. et al, 1998) e Recife (SGB/CPRM);
- ✓ Selecionar áreas com riscos geológicos já evidenciados em registros históricos (deslizamentos de encostas, abatimentos de cavidades

subterrâneas e inundações de grande ciclo – 25 e 50 anos, abalos sísmicos, invasões do mar), especialmente em zonas com alta densidade populacional ou com crescimento demográfico acelerado neste século, e áreas turísticas, e elaborar um Plano Nacional de Estudos Especiais;

- ✓ Identificar áreas que já estão sendo ou serão proximamente afetadas pelas mudanças climáticas e realizar estudos preventivos com relação a eventos extremos e suas conseqüências, com a colaboração de outras instituições da área de tempo e clima, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, ou de modelagens matemáticas, como o Laboratório Nacional de Computação Científica – LNCC e Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA, todos do Ministério da Ciência e Tecnologia;
- ✓ Levantar as causas ambientais relacionadas a problemas de saúde conhecidos e, em colaboração com pesquisadores e instituições de pesquisas biomédicas, procurar soluções para prevenir ou minimizar tais problemas, a exemplo do que foi realizado , na década de 90 no Paraná;

8. Investimentos

O RT – 10 – Informação Geológica do Brasil apresenta a figura 1 (pag.12 deste Relatório), que ilustra os investimentos em levantamentos geológicos básicos no Brasil no período 1970 – 2005, evidenciando o grande volume de recursos na primeira década do período, quando foram descobertos alguns dos maiores depósitos minerais que hoje se encontram sendo explotados. Tais recursos foram destinados principalmente ao DNPM/SGB/CPRM.

Ressalte-se que os investimentos na década de 70 foram decorrentes de um Plano Plurianual (no caso o Plano Mestre Decenal de Avaliação de Recursos Minerais 1965-1974) cumprido à risca, com o propósito de substituir as importações nacionais. Em pouco mais de seis anos, o Brasil passou a contar com reservas de cassiterita, bauxita, níquel, amianto, fosfato, urânio, terras raras não só para seu consumo, mas, alguns, até mesmo para exportação, gerando, ademais, milhares de empregos diretos e indiretos em diversas regiões do interior do País.

Esse exemplo geral demonstra a importância do conhecimento geológico do País para a sua economia e para sua sociedade.

O consultor Eduardo Ladeira enfatiza no RT – 11 Informação Geológica da Amazônia que, “além dos benefícios para vários tipos de projetos na área de geociências, projetos de engenharia, pesquisa de recursos minerais e hídricos, riscos naturais, etc., conclui-se que o impacto econômico dos mapas geológicos, **não se considerando a detecção de jazidas minerais, dá um retorno econômico de 25 a 30 vezes o custo de um programa de mapeamento**”, e exemplifica com a tabela a seguir:

Exemplos do Quadrilátero Ferrífero, Carajás, Tapajós (comentários no texto do relatório)

Fonte: Ladeira (2009).

Folha ou Quadricula	Área em	No de pontos	Custo por Folha	Custo Total Projeto	Custo por	Tempo Execução	Retorno econômico
Escalas	Área km ²	Nº de dados/ Folha	US \$ x 1000	US \$ x 1000	Km ² US\$	Anos/Nº de geólogos	Nº de vezes
1: 250.000 Reconhecimento	17.540		1,500		86	2 /2 a 3	25 a 30
1: 100.000	3.000	5000	1, 000	1000	350	2/2	25 a 30
1: 100.000 Projeto Tapajós Reconhecimento	3.000	3545	500	?	\$ 170 USD	2/2	Acima de 30 vezes?
1:50.000	720	5000 a 15000	80. a 200		112 a 278		30 a 40
1: 25.000 Detalhe	185	15000	100 a 500		540 a 3000	3 anos/1	10 a 30
1: 25.000 Detalhe QF	185	15000	500	21.000	540 a 1625 3000	1946- 1962 16 anos	Mínimo de 14 a milhares de vezes o custo total!
Carajás 1: 250.000 Reconhecimento	17.540	si	3000	3.000	171	3 anos	Milhares de x o custo total.

Fonte: Ladeira, RT – 11, 2009

Tabela 5-Estimativa de custos e impacto de mapeamentos geológicos no Brasil

“Se um programa de levantamento geológico descobrir recursos minerais, o impacto pode ser maior, mesmo que se leve o preço de minério só *in situ*. Neste caso, o

retorno econômico pode ser de milhares de vezes o valor investido no mapeamento geológico”, reforça Ladeira.

O orçamento total da SGB/CPRM em 1999 foi de R\$ 116,6 milhões (in Ladeira, 2009). Em 2000, esse orçamento passou para R\$ 124,3 milhões (cerca de US\$ 68 milhões), com R\$ 80,8 milhões de despesas de pessoal. Em 2008, alcançou R\$ 250 milhões, o que demonstra , efetivamente, uma retomada expressiva dos levantamentos geológicos no País.

O Relatório Técnico 01 para o Plano ESTAL – Histórico e perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia brasileira a longo prazo apresenta três cenários para o Brasil nos próximos 20 anos.

Cenário	Denominação	Caracterização
1	Frágil	Instabilidade e Retrocesso
2	Vigoroso	Estabilidade e Reformas
3	Inovador	Estabilidade, reformas e inovação

O **Cenário 1** considera uma possível reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. Consequentemente, o país deverá regredir no processo de estabilização de sua economia, concomitantemente a retrocessos no plano externo, com deterioração do atual contexto de integração competitiva à economia internacional. De acordo com as projeções realizadas, o Cenário 1 prevê o crescimento do PIB à taxa de 2,3% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda *per capita* de US\$ 11,9 mil, em 2030.

O **Cenário 2** pressupõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas político-institucionais, especialmente nos campo da gestão pública (reforma administrativa), fiscal (reforma tributária), e da previdência social (reforma previdenciária), além das concessões de serviços de infra-estrutura (saneamento, energia, portos e transporte rodoviário, fluvial e marítimo). De acordo com as projeções realizadas, o Cenário 2 prevê o crescimento do PIB à taxa de 4,6% a.a., uma taxa de inflação média de 3,4% /ano (IPCA) e uma relação exportação/PIB de 16,5% entre 2010 e 2030, sendo alcançada uma renda *per capita* de US\$ 18,9 mil, em 2030. No mesmo período, segundo dados do IBGE, o aumento da população brasileira variará entre 0,83% a.a. (2010-2015) e 0,44% (2020 – 2030) (média de 0,63% a.a.), com uma elevação do PIB *per capita* de 3,2% a.a. para 4,5% em 2030.

O **Cenário 3** admite um condicionamento ainda mais virtuoso, no qual – além da aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais - o País empreende uma vigorosa mobilização nacional pela inovação, contando com uma ampla participação de instituições públicas, entidades não governamentais, empresas e da sociedade como um todo. Admite-se que tal processo de mobilização seja focado em planos e programas direcionados para uma ampla geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado, como estímulo a projetos específicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. De acordo com as projeções realizadas, o Cenário 3 prevê o crescimento do PIB à taxa de 6,9% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda *per capita* de US\$ 29,2 mil, em 2030.

Mesmo se adotando o Cenário 2, as projeções indicam uma grande necessidade de investimentos em todos os setores da economia para gerar empregos e atender às demandas internas de produtos e serviços e nesse sentido, recursos minerais para as fábricas, produção de alimentos (fertilizantes e corretivos), construção civil e infraestrutura básica (transportes, portos, saneamento, etc.), além de água e energia, serão imprescindíveis.

Se os investimentos em exploração mineral no Brasil no período de 2005 a 2007 somaram US\$ 585,3 milhões (DNPM/SIPEM, 2008), nos próximos 20 anos eles terão que estar entre U\$ 3 e 5 bilhões. Esses valores correspondem a 24% – 40% dos investimentos mundiais em 2008 (cerca de U\$12,6 bilhões), segundo estimativas do *Metals Economic Group*, 2009 (in Ladeira, RT – 10, 2009).

Isso requererá a descoberta de novos depósitos em regiões ainda pouco conhecidas, a exemplo da Amazônia e da Plataforma Continental Brasileira, ou pouco exploradas, como a Centro-Oeste e partes da Nordeste, ou ainda a expansão das atuais jazidas através de estudos detalhados (além, é claro, do desenvolvimento tecnológico para reciclagem de materiais e aproveitamento de minérios com menores teores de corte em relação aos atualmente praticados), considerada ainda uma pequena margem de dependência externa.

Faz-se, pois, necessário um **grande esforço contínuo** de levantamentos geológicos envolvendo principalmente a SGB/CPRM, com a colaboração de universidades e órgãos estaduais.

Ladeira op cit. estima que um programa de levantamentos geológicos apenas para o Serviço Geológico do Brasil (incluindo aerogeofísica e geoquímica, mas excluindo a geologia de petróleo) na escala de 1:100.000 “**orçaria por volta de R\$ 350 milhões/ano, realizando-se, ademais, mapas de detalhe (1:50.000 e 1:25.000) em alguns de seus principais distritos mineiros, o que daria cerca de R\$ 7 bilhões em 20 anos**” (ou U\$ 3.8 bilhões ao câmbio de U\$=R\$1,8).

É preciso notar que o impacto econômico dos mapas geológicos sem se considerar a detecção de jazidas minerais “dá um retorno de 25 a 30 vezes o custo de um programa de mapeamento” (Ladeira, RT – 11,2009). Caso haja a descoberta de corpos de minério, esse retorno pode ser “milhares de vezes o valor investido no mapeamento geológico”.

9. Recursos humanos

Segundo dados obtidos junto ao CONFEA (informação por mensagem eletrônica, 2009), estão cadastrados naquele Conselho 10.521 profissionais de nível superior da área “geológica”, sendo 2.627 engenheiros de minas, 538 engenheiros geólogos e 7.356 geólogos. O total estimado para esses profissionais no Brasil está ao redor de 12.000. A maior parte deles está empregada na Petrobras, SGB/CPRM, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Universidades, empresas de mineração e órgãos estaduais como a Mineropar, o Instituto Geológico de São Paulo – IG/SP e a Companhia Baiana de Pesquisas Minerais – CBPM. Vários atuam em áreas de consultoria e muitos estão aposentados ou exercendo outras profissões.

A SGB/CPRM conta com 420 geólogos e engenheiros de minas, para um total de 1.186 empregados (Ladeira, RT – 10, 2009). Um percentual relativamente pequeno daqueles profissionais está envolvido diretamente em levantamentos geológicos; os demais ocupam cargos de chefia ou estão em outras atividades dentro da empresa.

Dessa forma, pode-se dizer que o Brasil tem relativamente poucos geocientistas realizando levantamentos geológicos sistemáticos.

Em que pese a elevação do número de Escolas de Geologia no País (24 hoje) e do número de graduados (cerca de 180 -190/ano, segundo o Fórum dos Cursos de Geologia, 2009), grande parte deles tem sido contratada pelas empresas de petróleo em virtude dos concursos regulares que têm sido promovidos pela Petrobras e pelos salários e benefícios atraentes oferecidos.

Além disso, uma boa parte dos profissionais do Serviço Geológico do Brasil está prestes a se aposentar e os certames públicos autorizados pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão têm sido insuficientes para a reposição de pessoal (Obs.: Um novo Plano de Cargos e Salários foi para o SGB/CPRM no início de 2009, trazendo melhores perspectivas salariais e de reconhecimento profissional para os recém contratados pela empresa, o que significa uma mudança de paradigma de desistência dos geólogos juniores aos seus cargos, então dominante, mas é necessário que essa política seja perene e não passageira como o foi no passado!).

Outro fator preocupante é o despreparo dos recém-graduados para realizarem levantamentos geológicos como o Brasil necessita. Saem dos cursos com um grande cabedal científico e quase nada de prática, demandando meses e até mesmo anos para poderem enfrentar a tarefa de mapeamento regional e as interpretações geofísicas, geoquímicas etc.

A manutenção de um Plano Diretor de Capacitação e Treinamento - PDCT de pessoal é fundamental, com o objetivo principal de concentrar esforços e recursos na formação e na capacitação de pessoal que estará envolvido na execução do Plano ESTAL, naturalmente dentro de um ordenamento lógico das ações a serem encadeadas, ações essas compatíveis com um cronograma pré-determinado.

Recomendações

PDCT deverá ter as seguintes características básicas, partindo do princípio de que o êxito do treinamento depende, fundamentalmente, da adesão dos técnicos às premissas do Plano e do apoio governamental e institucional ao mesmo:

- A definição clara das fases de treinamento, ajustáveis às carreiras técnico-científicas e à estruturação do Plano Diretor, de acordo com essas carreiras;
- A criação e o apoio a Núcleos e Grupos de Pesquisa especializados, centralizados ou não;
- O aperfeiçoamento continuado e a proficiência como objetivos permanentes;
- O contínuo estímulo ao estudo e ao aperfeiçoamento individual, nos níveis de mestrado, doutorado e pós-doutorado, visando ao aumento da qualificação técnica da instituição (SGB/CPRM) não só intrinsecamente como extrinsecamente junto aos órgãos financiadores como FINEP e CNPq;
- A interação com culturas e experiências externas, inclusive internacionais.;
- O apoio eficiente em bibliografia e em documentação técnica, item esse que, hoje, poderá e deverá estar relacionado com o Ministério da Educação, sobretudo no que tange ao acesso ao Portal da CAPES.
- A inclusão no PDCT não só de técnicos de nível superior, mas também de técnicos de nível médio e de pessoal da área administrativa, visando à sua atualização constante, sem o que as atividades das instituições envolvidas diretamente no ESTAL (principalmente a SGB/CPRM) poderão ficar altamente prejudicadas em virtude do aumento das exigências dos órgãos de controle externo (CGU, AGU, TCU).
- A implantação de um subprograma de bolsas para doutores, mestres, graduados, técnicos e estudantes de nível médio, estudantes de universidades professores visitantes e estágios no Brasil e no exterior, nos padrões e em convênio com o CNPq (bolsas de longa e curta duração) a exemplo da Petrobras. Segundo o atual Coordenador-Geral das Unidades de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia, geólogo Carlos Oití

Berbert (comunicação oral), um programa desse tipo para o Escritório do Rio de Janeiro e as Superintendências e Residências da SGB/CPRM poderá agregar entre 200 a 300 profissionais e estudantes/ano ao custo entre R\$ 4,5 e 7 milhões, a preços de hoje. O retorno desse investimento, no entanto, é incalculável.

Por fim, resta lembrar um fato que assola, de maneira geral, a todas as instituições de pesquisa no momento: a idade média alta de seus funcionários, em grande número prestes a se aposentarem. Como na maioria dos casos foram admitidos sincronicamente em grandes grupos, as aposentadorias ocorrerão quase ao mesmo tempo. Não sendo os concursos públicos suficientes para reporem os quadros dessas instituições, muitas deles certamente terão suas atividades altamente diminuídas e prejudicadas. O Serviço Geológico do Brasil, não foge a essa regra. Dessa maneira, para que o Plano ESTAL tenha continuidade, é necessário que contemple concursos para contratação de pessoal para o SGB/CPRM a cada cinco anos, em números compatíveis com o planejamento das aposentadorias.

10. Equipamentos e serviços

É difícil quantificar os serviços e equipamentos que o Serviço Geológico e as demais instituições envolvidas em um plano para 20 anos, como o ESTAL, vai necessitar a longo e até mesmo a médio prazos. E isso decorre da enorme velocidade com que novas tecnologias e processos aparecem a cada momento no mundo inteiro, incluindo o Brasil.

Qualquer trabalho de levantamentos geológicos, no entanto, passa por quatro fases gerais:

- Planejamento
- Coleta de dados
- Análise e processamento dos dados
- Interpretação das informações coligidas

A fase de planejamento exige a reunião, tratamento e processamento de todas as informações disponíveis, a interpretação e o plano propriamente dito traçado, em geral, a partir de imagens de satélites. A não ser pela eventual aquisição dessas imagens (as mais sofisticadas são pagas, mas o Brasil está desenvolvendo satélites – como a série CBERS, com a China, e os futuros Amazônia e Lattes – capazes de fornecerem imagens cada vez melhores em resolução e definição, a baixos custos) e pelos equipamentos computacionais (que devem estar sempre atualizados), não se antevê necessidade de grandes investimentos. Essa fase não deve ser terceirizada, mas sim desenvolvida pelo próprio pessoal do Serviço Geológico do Brasil.

A fase de coleta também deve ser realizada pelos técnicos do SGB e seus parceiros no que tange aos trabalhos diretos de campo. Aqui, somente a aerogeofísica (e eventuais trabalhos de geofísica terrestre) serão terceirizados para empresas especializadas.

A terceira fase, de análise e processamento de dados, já exigirá a contratação de serviços externos. Um deles resulta diretamente dos levantamentos geofísicos (principalmente aéreos) e normalmente estão incluídos nos contratos assinados com as empresas que os realizarão.

O outro se refere aos serviços laboratoriais. Nesse caso, recomenda-se que o Serviço Geológico do Brasil tenha seus próprios laboratórios de preparação de amostras, de petrografia e mineralogia, e de análises básicas. SGB não deve montar (ou remontar) um grande laboratório químico por uma razão simples: para ser funcional, com

credibilidade, os equipamentos devem estar sempre atualizados, assim como o pessoal que com eles opera, e, ainda que se possa ser altamente otimista, é preciso reconhecer o quanto é difícil a importação constante dos mesmos por parte dos órgãos governamentais. Para uma empresa comercial, que tem o interesse direto nos serviços para sua sobrevivência, essa questão é mais fácil de ser resolvida. Além do mais, se o Plano ESTAL não sofrer descontinuidade, é muito possível que empresas estrangeiras venham a instalar no Brasil seus laboratórios e até mesmo empresas nacionais venham a expandi-los ou criá-los.

A quarta e última fase é crucial. Não adianta se ter bons materiais e excelentes resultados se eles não forem interpretados conjuntamente com as observações de campo e dos produtos de sensoriamento remoto. Aqui pode ser importante o desenvolvimento de *softwares*, os quais poderão ou não ser contratados. A manutenção atualizada de banco de dados é fundamental. No caso da SGB/CPRM, o GEOBANK é um excelente banco de dados que necessita, no entanto ser aprimorado sempre.

11. Pesquisa, desenvolvimento e inovação

Como já mencionado anteriormente, não se pode mais ignorar que em praticamente todas as áreas do conhecimento o desenvolvimento tecnológico (em praticamente todas as áreas do conhecimento) vem acontecendo com uma velocidade nunca antes vista no planeta, e isso se deve em grande parte à tecnologia da informação – TI- que tem proporcionado comunicações, intercâmbios e discussões rápidas e efetivas.

Como consequência, um grande número de descobertas e criações aparece a cada minuto em alguma parte do mundo, resultantes da pesquisa, do desenvolvimento tecnológico e da inovação.

Atualmente nenhum levantamento geológico pode prescindir das novas técnicas de TI que se tornaram cada vez mais precisas e rápidas a partir da década de 70 e cujo horizonte de avanço é quase imprevisível. Todos os SGs modernos estão usando sistema GIS e procedendo à digitalização ou escaneamento de mapas antigos para que o acervo fique todo em um banco de dados relacionais. Houve e está havendo uma revolução neste campo quanto ao conteúdo, produção, precisão e rapidez na captura, recuperação, e beleza de apresentação em monitores de computador ou forma impressa, facilitando a inspeção, exame, atualização, validação e auditoria dos dados da área mapeada de interesse. Com tais recursos tem sido possível a produção de vários tipos de mapas geológicos individuais, mas integrados sobre a forma de *layers*. Tais produtos constituem os mapas temáticos que enfocam tópicos específicos, e.g. análise estrutural, de isópacas, de isócronas, de litótipos, hidrogeológicos, de geologia estrutural de depósitos minerais (escalas as mais variadas), geoquímicos, metalogenéticos e de previsão de recursos minerais entre tantos outros. Não menos importantes são os mapas geológicos básicos de uso da terra/solo seja para agricultura, seja para obras civis de pequena ou grande envergadura (rodovias, aeroportos, transposição de rios etc.).

Portanto, com o desenvolvimento de C&T e TI, os mapas e trabalhos geológicos mais antigos necessitam de revisão, digitalização e sua colocação em sistema GIS (rasterização e/ou vetorização). Isto feito, além das facilidades de manuseio e apresentação, eles se tornam bases de lançamento para levantamentos geológicos de maior detalhe da área que eles enfocaram. Assim, os levantamentos geológicos constituem uma operação ininterrupta nos diversos SGs do mundo, não podendo ser diferente no Brasil.

Segundo notícias recentes (in Ladeira, RT-10, 2009), o satélite-radar TerraSAR-X, em operação desde 2007, será associado operativamente ao novo satélite TanDEM-X. Ambos são alemães e os esforços combinados dos mesmos voando em formação, criará um radar de interferometria, permitirá criar um modelo digital de todas as massas terrestres do planeta com um nível de precisão absolutamente inédito. Será viável

medir toda a superfície de terra firme do nosso planeta (uma área cerca de 150 milhões de km²) num período de três anos. Para isto será usada uma malha ou grade de 12 metros (largura de uma rodovia) para obter dados posicionados via GPS do relevo físico (altitude) com precisão de incríveis dois metros. (sintetizado das páginas *spacemart* e *sadeckgeom* 16/06/09, in Ladeira, RT – 10, 2009). Essa tecnologia foi bem recebida pelos concorrentes (EUA, França) e coloca a Alemanha de forma competitiva no campo das tecnologias de Satélite/RADAR.

Os GPSs comerciais atuais permitem dados de altitude muito aproximados. Com o novo projeto alemão, a aplicação será multidisciplinar e multitarefa, com interesse para as geociências, especialmente para os levantamentos geológicos e a procura por minerais principalmente os metálicos uma preocupação constante dos profissionais devotados à geologia, exploração mineral e metalurgia, exemplificados por muitos textos e artigos dentre eles aqueles de Routhier (1983), APROMIN (1989), Souza (2008) (in Ladeira, RT – 10, 2009).

Outros países, além da Alemanha, Canadá e EUA, vêm também desenvolvendo tecnologias de sensores altamente sofisticados acoplados a satélites artificiais, a exemplo do Japão, China, França, além do Brasil. Aqui, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE se prepara para fabricar e lançar o satélite Amazônia, também dotado de radar e voltado especialmente para aquela região de nosso País.

Outra área em que a tecnologia vem sendo desenvolvida de maneira espetacular é a da Engenharia Submarina, graças às prospecções de petróleo em oceanos cada vez mais profundos. Na década de 80, com a necessidade de se produzir petróleo em lâminas d'água superiores a 400 m de profundidade, foi dada grande ênfase às operações realizadas com os robôs submarinos, com controle remoto. Houve necessidade de rápido desenvolvimento da hidroacústica para comunicação no meio marinho, da instrumentação submarina, da aplicação de novos materiais e da instalação de estruturas complexas, e as plataformas fixas foram sendo substituídas pelas plataformas flutuantes (Souza, 2007). A Petrobras tem sido a grande propulsora desse desenvolvimento tecnológico, não só através de seu Centro de Pesquisas (Cenpes), como em parceria ou patrocinadora de outros importantes laboratórios como o Laboratório de Tecnologia Submarinha – LTS – vinculado ao Programa de Engenharia Oceânica da Coppe/UFRJ, o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo – CTMSP, o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM, também da Marinha, além do apoio às pesquisas de institutos como o Instituto Nacional de Tecnologia – INT e Observatório Nacional – ON, ambos do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Como citado por Souza (2007), entre os projetos tecnológicos que poderão vir a alavancar o “desenvolvimento sustentado do aproveitamento dos recursos minerais marinhos destacam-se: a construção de um submersível de pesquisa tripulado, com alcance de até 4.500 metros; a construção de um Veículo Submersível Autônomo VSA,

com equipamento de prospecção geofísica, autonomia mínima de 200km e capacidade de mergulho de até 4.500 m, e a construção de Veículos Operados Remotamente – VORs para atuar em diferentes profundidades, com missões diversas.

De qualquer sorte, é extremamente importante que o SGB/CPRM mantenha e fortaleça um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico - CEPED, a exemplo do CENPES da Petrobras, voltado para a informação atualizada do conhecimento no mundo e para as suas próprias pesquisas e treinamento de pessoal. Esse Centro deve ter também, entre suas atividades, as questões de propriedade intelectual, de sorte a incentivar a criatividade individual e o registro de privilégio de PI e de patentes, aproveitando-se a Lei de Inovação.

12. Fontes de financiamento

A primeira e mais importante fonte de financiamento para os levantamentos geológicos resumidos neste Relatório é o Plano Plurianual no qual devem estar assegurados à SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil orçamentos anuais da ordem de R\$360 milhões (a preços de 2009), abrangendo, além do mapeamento propriamente dito, também a aerogeofísica (ênfase na Amazônia), os estudos hidrogeológicos e marinhos.

O desenvolvimento tecnológico e de capacitação de pessoal pode contar com os diversos Fundos Setoriais do FNDCT/MCT/Finep e CNPq, com destaque para o CT - Mineral, o CT - Hídrico, o CT - Energia, o CT – Agro, o CT – Petro, o CT – Amazônia, o CT – Infra e o CT- Verde – Amarelo. SGB/CPRM e instituições parceiras podem participar dos Editais desses Fundos, já que as atividades previstas para o Plano ESTAL têm uma ampla área de atuação. O CT – Infra, em especial pode atender a aquisição de equipamentos e reforma de laboratórios, por exemplo, enquanto o CT – Amazônia pode financiar estudos naquela região. Embora já tenha conseguido alguns financiamentos pelos Fundos, a SGB/CPRM ainda tem que se conscientizar e se firmar junto à Finep e ao CNPq como uma instituição genuinamente de pesquisa e desenvolvimento, a exemplo da Embrapa.

Outras fontes de financiamento do Programa incluem o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES (hoje mais flexível para esse tipo de investimento) e, logicamente, mas sempre com muita cautela, as instituições internacionais como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Evidentemente que, no caso dos levantamentos no mar, devem estar assegurados no Plano Plurianual do Ministério da Defesa recursos orçamentários para o suporte de navios e equipamentos necessários para as atividades com o SGB/CPRM e as instituições científicas participantes.

13. Planos nacionais de geologia em outros países

Em 1992 foi realizada em Ottawa, Canadá, Conferência Internacional dos Serviços Geológicos para discutir o seu papel no Século 21, com a participação de representantes dos SGs da Alemanha, Austrália, China, EUA, França, Inglaterra, Japão, Sociedade Geológica da África, e Brasil (*Energy, Mines and Resources Canada*, 1992)

As exposições e debates que se seguiram demonstraram que o papel dos Serviços Geológicos no mundo teria que mudar, para sua própria sustentabilidade. Os levantamentos geológicos não mais se prenderiam somente à descoberta de depósitos minerais ou energéticos. Os levantamentos geológicos sistemáticos, incluindo a geofísica e a geoquímica, juntamente com outras pesquisas realizadas pelos SGs teriam que ser combinadas com outras fontes de informação industriais e acadêmicas para gerar a base do conhecimento geocientífico nacional a partir do qual o planejamento de ocupação do solo e seu aproveitamento sustentado deveria ser feito pelos governos. O tempo requerido para a pesquisa, incluindo os citados levantamentos sistemáticos, que mantêm a vitalidade dos SGs e do desenvolvimento geocientífico é muito maior do que a maioria das políticas públicas e, assim, a elaboração de bons Planos Estratégicos seriam cruciais para a operação efetiva dos Serviços Geológicos.

Ali também se consagrou o corolário que diz que, para ser efetiva no processo de política pública, a informação geológica deve ser amigável e confiável, atualizada, sucinta e completamente compreensível em termos de seu significado, abrangência e limitações, e atender, sobretudo, altos padrões de qualidade científica e credibilidade.

O rápido avanço no desenvolvimento de novas tecnologias iriam também contribuir para mudar o foco dos Serviços Geológicos. As tecnologias observacionais e analíticas de relativamente baixo custo e alta precisão estariam criando novas oportunidades de aquisição de dados geofísicos, geoquímicos e geocronológicos, oferecendo a possibilidade de maiores avanços em problemas fundamentais como a procura de recursos minerais em grandes profundidades, o depósito de lixos tóxicos, a descontaminação de sistemas hidrogeológicos, entre outros.

O crescimento da população e do conseqüente incremento do uso dos recursos *per capita*, e a depleção resultante dos recursos naturais e a deterioração do meio ambiente irão exigir cada vez mais informação geocientífica e especialistas para todos os governos mundiais (Cook e Allen, 1992)

Com propósitos como estes, diversos Serviços Geológicos criaram ou fortaleceram Planos Nacionais de Geologia para a produção de mapas geológicos de

multiuso envolvendo questões ambientais, conforme descrito nos RTs 13 – Informação Geofísica e 14 – Informação Geoquímica.

Este é o caso dos SGs da África do Sul (*Regional Geochemical Maps Program*), Austrália (*Government's Onshore Energy Security 2006 – 2011; National Program of Geological Maps*), Canadá (*Geoscience Mapping for Energy and Minerals; Canada's National Geochemical Reconnaissance Program*), China (*Regional Geochemical Program*), EUA (*Geological Survey Strategic Program 2000 – 2005, National Geological Cooperative Mapping Program, USGS Science Strategy 2007 – 2017*), Índia (*National Geochemical Mapping*). E esta é a tendência também do Serviço Geológico do Brasil (Programa Levantamentos Geológicos do Brasil – PLGB, Programa Nacional de Geoquímica Ambiental e Geologia Médica – PGAGEM).

Dessa forma, os levantamentos propostos no âmbito do Plano ESTAL devem estar atualizados em sua concepção, de sorte a produzirem mapas de multiuso, contemplando questões ambientais e aquelas de interesse imediato da sociedade.

15. Conclusões

Embora tenha havido um grande avanço nas últimas quatro décadas, o Brasil ainda não possui conhecimento satisfatório sobre a sua geologia e potencial mineral, estando muito atrasado nessa questão em relação a países em situação de desenvolvimento semelhante ao seu como a África do Sul, China e Índia, que já tem seus territórios cobertos com mapeamentos em escalas de 1:250.000 ou maiores e com coberturas aerogeofísicas praticamente completas (magnetometria e gamaespectrometria), além de gravimetria.

Não há dúvida que a humanidade vai continuar consumindo bens minerais e energéticos em quantidades cada vez maiores, à medida que a própria tecnologia se desenvolve rapidamente em todas as áreas do conhecimento. Indústrias como a aeronáutica e todas as demais relacionadas ao transporte, a espacial, a de informação, a nuclear são algumas cujas projeções de consumo de minérios são ascendentes neste século.

Mas acima disso, em virtude do crescimento populacional (11,2 bilhões de pessoas previstas em 2100, 75% concentradas em grandes metrópoles e ao longo das faixas litorâneas, segundo a ONU), as necessidades mais prementes estarão centradas na produção de alimentos, no fornecimento de água, na disponibilidade de energia, na oferta de materiais de construção e na geração de empregos (que, por sua vez, vai gerar serviços e fábricas que vão precisar de bens minerais). Essa situação poderá ainda ficar mais crítica em função das mudanças climáticas que já parecem acontecer.

O Brasil tem um enorme potencial para minimizar esses problemas: água superficial e subterrânea em abundância; grandes extensões de terras, solos e climas variáveis para diversos tipos de cultura (além de tecnologia avançada no campo do agronegócio); insumos energéticos em quantidades bastante razoáveis (acrescidos agora com as reservas de petróleo do denominado “Pré-Sal”, ao lado da energia hidráulica, nuclear, biocombustíveis e, no futuro, da energia solar e eólica); e, logicamente enormes áreas a serem ainda desvendadas para a descoberta de recursos minerais, com especial ênfase na Amazônia, cuja Província de Carajás e os grandes depósitos de cassiterita, bauxita e ouro em áreas isoladas e distantes entre si acenam para a possibilidade de descoberta de outras jazidas significativas. A posição brasileira é, pois, bastante confortável.

Todavia, não basta ter recursos; é preciso transformá-los em riquezas e isso se faz tão somente com seu aproveitamento sustentado.

Dessa maneira, o Plano ESTAL, abrangendo presente e futuro próximo, chega em boa hora e pode resgatar um momento importante da história das geociências

e da descoberta de depósitos minerais da mais alta importância para o Brasil nas Regiões Centro-Oeste e interior do Nordeste, naquela época (décadas de 60 e 70) tão desconhecidas como o é a Amazônia hoje, e que foram “geologicamente desbravadas” em função de um programa objetivo e bastante preciso: o Plano Mestre Decenal de Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil 1965-1974.

Além da objetividade desse Plano foi crucial a disponibilização regular dos recursos financeiros, a contratação e capacitação de pessoal e o acompanhamento dos trabalhos pelo Governo (Ministério das Minas e Energia). Coisa que não aconteceu com os Planos Decenais posteriores, que acabaram tendo pouco ou nenhum sucesso.

Nos últimos cinco anos, o Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM e outras instituições das geociências e mineração vêm recebendo, de maneira crescente, estímulo e recursos financeiros para execução de seus trabalhos. Espera-se que o Plano ESTAL possa perpetuá-los, sem qualquer descontinuidade, ao menos até o seu final: 2030.

16. Recomendações

As recomendações geradas dos Relatórios Técnicos 10 a 17, assim como outras acrescentadas pelo autor deste, estão resumidas na Tabela 6 anexa.

17. Referências bibliográficas

ATLAS ambiental de Porto Alegre. 3.ed.rev. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2006. 1 CD-Rom

COOK, Peter J. e ALLEN, P.M. The example of the British Geological Survey: past, present and future. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF GEOLOGICAL SURVEYS, 1992, Ottawa. *Program with abstracts...* Ottawa: [s.n.], 1992. p. 6-8

ESSENTIALS of medical geology : impacts of the natural environment on public health. China: Elsevier Academic Press, 2005.

INTERNATIONAL CONFERENCE OF GEOLOGICAL SURVEYS: national geological surveys in the 21st century, 1992, Ottawa. *Program with abstracts...* Ottawa: [s.n.], 1992.

LADEIRA, Eduardo A. *Relatório técnico 10*: informação geológica do Brasil. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

_____. *Relatório técnico 11*: análise crítica da informação geológica do Brasil. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

_____. *Relatório técnico 12*: informação geológica da Amazônia. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

MARTINS, Antonio Juarez Milmann. *Relatório técnico 13*: informação geofísica. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

_____. *Relatório técnico 14*: informação geofísica. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

_____. *Relatório técnico 16*: informação sobre recursos marinhos não vivos. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

_____. *Relatório técnico 17*: marco legal sobre mineração marinha. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

MENTE, Albert. *Relatório técnico 15*: análise das informações sobre recursos hídricos subterrâneos no país. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - ESTAL. Brasília: MME, 2009. (trabalho inédito)

PARCERIAS ESTRATÉGICAS. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, n. 24, ago. 2007.

PRICE Raymond A. National Geological Surveys: their present and future role. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF GEOLOGICAL SURVEYS, 1992, Ottawa. *Program with abstracts...* Ottawa: [s.n.], 1992. p. 6-8

SILVA, Cassio Roberto da. *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para enfrentar o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro: SGB/CPRM, 2008.

Tabela 6- Recomendações

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
1.Sob a ótica política: ✓ Estabelecer política de execução de levantamentos geológicos ininterruptos cada vez com maior detalhe. A interrupção nos programas do SGB, causam desmotivação, perdas financeiras, demissões e fuga de profissionais experimentados para o mercado de trabalho com salários mais atraentes. A formação de um especialista leva cerca de 10 anos. E essa perda é assi	1.Sob a ótica política: ✓ Ampliar o conhecimento da geologia regional da Amazônia como pré-requisito para qualquer tentativa de se estabelecerem projetos viáveis para estudo de seus bens minerais. Até há pouco tempo estes eram noticiados, em grande parte por amostras de rochas e minérios coletados de forma	1.Sob a ótica política: ✓ Tendo em vista que a Constituição Federal de 1988 determina que as águas subterrâneas são bens estaduais, recomendam-se, nos casos em que isto ainda não aconteceu, que os Estados da Federação efetivamente se responsabilizem por esses recursos, administrando-os de acordo com uma política bem estabelecida e	1.Sob a ótica política: ✓ Elaborar um Programa Nacional de Geofísica para o Brasil que contemple tanto a Aerogeofísica Regional quanto a Geofísica terrestre, e que tenha por objetivo não só a prospecção e pesquisa minerais, mas também questões sociais. Grandes países produtores de bens minerais, como os EUA, o	1.Sob a ótica política: ✓ Introduzir o conceito e a preocupação ambientais nos Programas de Geoquímica, com monitoramento rígido do trabalho em áreas de mineração (incluindo garimpos), zonas urbanas e com significativa atividade agrícola principalmente; ✓ Executar mapeamento geoquímico de todo o País com amostragem de	1.Sob a ótica política: ✓ Assegurar que o Plano Duodecenal para o Mar seja realmente um programa da Nação para o conhecimento do mar brasileiro, com realizações efetivas, prioridades e metas bem definidas, e que não sofra as usuais descontinuidades causadas por mudanças de governo, falta de recursos etc; ✓ Garantir que os processos de aprovação e implementação das diversas iniciativas	1.Sob a ótica política: ✓ Promover estudos geoambientais permanentes nas atividades da SGB/CPRM e incentivá-los junto aos órgãos estaduais e municipais das principais cidades brasileiras. 2.Sob a ótica técnico-científica ✓ Priorizar estudos ambientais nas grandes regiões metropolitanas como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, seguidas das demais capitais

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
irreparável; ✓ Continuar com o Programa Nacional de Levantamentos Geológicos Básicos, estabelecido pelo SGB-SGB/CPRM, incluindo novos objetivos sociais, agrários etc, além da busca por recursos minerais; ✓ Os LGBs devem interessar a todos os aspectos do território;os programas devem ser cientificamente holísticos em relação às ciências naturais, políticas, e sociais. A ecologia humana não pode ser esquecida. ✓ Incrementar a	praticamente aleatória; ✓ Investir na cooperação SGB/CPRM com universidades e centros de pesquisa, especialmente os da Região, para a execução dos levantamentos geológicos, usando-se as técnicas modernas de mapeamento e TI. Isso certamente indicará ambientes geológicos favoráveis para descoberta de recursos minerais, objetivando estimular a mineração organizada a	de longo prazo, impedindo de modo absoluto problemas tanto de uso e de ordem ambiental. Para que isto ocorra satisfatoriamente, será necessária (caso ideal) a criação de uma instituição legal estadual com plenos poderes de gerenciamento dos recursos hídricos.; ✓ Promover o conhecimento hidrogeológico detalhado das regiões para a gestão adequada dos recursos hídricos subterrâneos nos	Canadá, a África do Sul, a Austrália a Índia e China, que, reconhecem a importância dessa técnica (inclusive para diversas questões ambientais) criaram os seus Programas Nacionais de Aerogeofísica, objetivando re-analisar os resultados dos levantamentos mais antigos e detalhar as áreas de possível interesse para a exploração mineral; ✓ Continuar elegendo como	sedimentos de corrente de baixa densidade (uma amostra/1.000 km² em áreas de mais fácil acesso, a 5.000 km², no caso da Amazônia), complementando-as com amostragens de concentrados de bateia, dependendo das dimensões e características da bacia trabalhada. Esse tipo de amostragem de baixa densidade está sendo adotado pelos países mais desenvolvidos e com tradição mineira (Austrália, Canadá, EUA), além da China e Índia, para	se ajustem, no mínimo, às possibilidades e limitações já reconhecidas e aceitas e que reflitam o nível de conhecimento existente em cada momento; ✓ Manter uma estrutura ágil e forte, com poder decisório, que agrupe os diversos segmentos interessados e que disponha de apoio técnico capaz de auxiliar na formação dos juízos mais adequados e de credibilidade para ser ouvida antes da tomada de decisões; ✓ Criar um Centro, ou Laboratório Nacional ou mesmo um Instituto Nacional	do País, a exemplo dos já realizados em Porto Alegre (Menegat, R.et al, 1998) e Recife (SGB/CPRM); ✓ Selecionar áreas com riscos geológicos já evidenciados em registros históricos (deslizamentos de encostas, abatimentos de cavidades subterrâneas e inundações de grande ciclo – 25 e 50 anos, abalos sísmicos, invasões do mar), especialmente em zonas com alta densidade populacional ou com crescimento demográfico acelerado neste

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
assinatura de convênios com os países da África e da América do Sul para complementar o conhecimento geocientífico brasileiro, com ênfase em recursos minerais, energia e riscos naturais; ✓ Aprimorar os museus de geociências do País tornando-os amigáveis com TI e interatividade. A divulgação das geociências hoje é uma das atividades mais importantes para se contar com o apoio da sociedade para a mineração; ✓ Estabelecer um plano de constante esclarecimento da opinião pública no tocante à importância	investir na exploração mineral daqueles ambientes geológicos de que resultará a ocupação ordenada do território e o desenvolvimento sustentável da Amazônia. 2.Sob a ótica técnico-científica ✓ Realizar levantamento de detalhe nos distritos minerais. A demonstração inequívoca dos frutos de trabalhos de mapeamento passados vem da produção mineral crescente da região onde investimentos em	diversos estados. O mapa hidrogeológico é um instrumento efetivo neste sentido, devendo-se incluir a cartografia hidrogeológica como um dos pontos básicos do programa de águas subterrâneas no Plano de Recursos Hídricos dos Estados da Federação; ✓ Realizar o maior número possível de projetos de abastecimento público com água subterrânea	prioritária a Amazônia Legal, por ainda ser a região mais desconhecida do Brasil, e, dentro dela, as áreas que não sejam Reservadas (como as indígenas, parques nacionais, ambientais, florestas nacionais etc), e que abranjam rochas e complexos precambrianos com mineralizações econômicas conhecidas e que estejam em zonas de fronteiras; ✓ Assinar	selecionar preliminarmente áreas a serem detalhadas em seguida; ✓ As parcerias com outras instituições, especialmente as Universidades (tal como vem sendo feito para os levantamentos geológicos básicos no momento), envolvendo não só professores e consultores, mas também estudantes universitários, a exemplo do Programa <i>EDMAP</i> (universidades) do <i>USGS</i>; ✓ Envolver,	de Ciências e Tecnologia do Mar, capaz de coordenar as pesquisas científicas e o desenvolvimento tecnológico necessários para o Plano Duodecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – Setor Mar, e que possa incentivar a inovação na área de técnicas e equipamentos para a pesquisa e a exploração marinhas; ✓ Fortalecer o papel da SECIRM – Secretaria Interministerial para os Recursos do Mar, como agente político aglutinador das	século, e áreas turísticas, e elaborar um Plano Nacional de Estudos Especiais; ✓ Identificar áreas que já estão sendo ou serão proximamente afetadas pelas mudanças climáticas e realizar estudos preventivos com relação a eventos extremos e suas consequências, com a colaboração de outras instituições da área de tempo e clima, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, ou de modelagens matemáticas, como o Laboratório

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
das geociências para o país, principalmente no que tange aos riscos geológicos. Tal plano pode ser executado através de convênios com as Instituições de Ensino Superior- IESs e com as Fundações de Amparo à Pesquisa - FAPs das mesmas; ✓ Integrar as atividades, superar os corporativismos e aprimorar o intercâmbio de experiências internacionais de serviços geológicos que hoje cumprem importante papel para os seus países; ✓ Contribuir com os órgãos competentes	pesquisa mineral foram estimulados pelos levantamentos geológicos básicos (LGB) e pelo Projeto Carajás.; ✓ Integrar os levantamentos geológicos básicos com os levantamentos geoquímicos, aerogeofísicos de alta resolução e geofísicos terrestres, combinados com análises geoestruturais de detalhes. Tal procedimento imperativo será altamente eficiente para detectar mineralizações de ouro, prata e	Estes projetos devem ser acompanhados ou mesmo precedidos, com estudos hidrogeológicos detalhados, propiciando o entendimento adequado do modelo hidráulico do sistema, indispensável à realização de uma exploração segura de longo prazo; ✓ Levando em conta a situação nos diversos Estados do País, com relação ao potencial hidrogeológico nos seus territórios adotar,	Acordos de Cooperação Internacionais para a troca de experiências e treinamento de pessoal em todos os níveis abrangidos pela geofísica; ✓ Continuar a envolver os Estados da Federação em parcerias nos levantamentos aéreos, a exemplo do que já vem sendo feito com Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. 2.Sob a ótica técnico-científica ✓ Detalhar, com espaçamentos e	sempre que possível, os Estados da Federação, através de suas Secretarias de Minas e Energia e Ciência e Tecnologia ou equivalentes, para contribuírem, no mínimo, com a alocação de bolsas a estudantes para esse trabalho, a exemplo do Programa STATEMAP do USGS; ✓ Assinar Acordos de Cooperação Internacional que promovam o desenvolvimento e o intercâmbio de	grandes decisões a serem tomadas com relação ao mar brasileiro, e da SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil nos estudos geológicos dos oceanos; ✓ Estudar e adaptar, se necessário, a legislação mineral brasileira no que tange à pesquisa e exploração mineira nos fundos oceânicos, em consonância com o Ministério do Meio Ambiente e seus órgãos envolvidos na questão; ✓ Consolidar o setor mineral marinho alicerçado sobre uma base produtiva social,	Nacional de Computação Científica – LNCC e Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA, todos do Ministério da Ciência e Tecnologia; ✓ Levantar as causas ambientais relacionadas a problemas de saúde conhecidos e, em colaboração com pesquisadores e instituições de pesquisas biomédicas procurar soluções para prevenir ou minimizar tais problemas, a exemplo do que foi realizado na década de 90 no Paraná.

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
para terminar com a morosidade dos licenciamentos ambientais. Tal morosidade obsta os investimentos no setor mineral e afasta os investidores que procuram países emergentes com menor burocracia.	metais de base, bem como estruturas controladoras de mineralizações ou corpos de minério; ✓ Executar mapeamento detalhado na vasta área do Magmatismo Uatumã.	pelo Poder Público, uma política para elevar o nível de atendimento, na medida do possível. Um bom exemplo de atendimento na região Nordeste é o projeto da SGB/CPRM - Serviço Geológico do Brasil com a execução de projetos de recadastramento regional de poços, permitindo a recuperação daqueles abandonados, evitando a perfuração desnecessária de novos poços, além da	alturas menores de vôos, áreas levantadas no passado e que se apresentem como potenciais para a concentração de depósitos minerais; ✓ Planejar todos os levantamentos levando em conta os mapeamentos geológicos e geoquímicos realizados anteriormente. Em outras palavras, aproveitar ao máximo o conhecimento já adquirido para racionalizar os trabalhos de	experiências e treinamento de pessoal. Recomendam-se acordos especiais com os países limítrofes, como a Guiana Francesa, a Guiana, o Suriname, a Venezuela, a Colômbia, o Peru, a Bolívia, onde estão as nascentes de muitas de nossas drenagens na Amazônia e em cujas fronteiras há o desenvolvimento de atividades garimpeiras e agrícolas que podem influenciar no planejamento da amostragem e nos resultados das análises, não se devendo esquecer também do	econômica e ambientalmente sustentável, realizando uma exploração mineral plena e adequadamente orientada, com base em instrumentos de gestão modernos, transparentes e participativos, incluindo a utilização de áreas marinhas protegidas a exemplo das existentes em nosso território emerso, e com uma estrutura de fiscalização ágil e eficiente; ✓ Estabelecer e incentivar a cooperação internacional voltada para a pesquisa e aproveitamento dos recursos marinhos	
2. Sob a ótica técnico-científica	3. Sob a ótica de recursos humanos					
✓ Prosseguir com os levantamentos aerogeofísicos e executar perfis geofísicos de natureza profunda, visando à determinação de núcleos arqueanos sob sucessões sobrepostas. ser	✓ Estabelecer um núcleo de profissionais peritos em exploração mineral para analisar continuamente a grande potencialidade mineral da Amazônia sugerida pelos					

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
realizados; ✓ Realizar pesquisas geofísicas para fontes termiais para energia elétrica visando aos próximos 30 anos; ✓ Continuar obtendo dados geocronológicos, principalmente nas áreas conhecidas de terrenos arqueanos TTG e para depósitos minerais de <i>per se</i>; ✓ Buscar a excelência dos mapas e dados, bem como sua consistência com os dados primários de campo. Todo registro do acervo do SGB deve ser consistido e conectado até cada dado primário de	reconhecimentos geológicos executados em numerosas áreas de mais fácil acesso, sem contar os chamados vazios cartográficos.	instalação de equipamentos de bombeamento nas captações já existentes. ✓ Incrementar e incentivar a divulgação do modelo de abastecimento público d'água para populações urbanas, a partir da exploração de recursos hídricos subterrâneos, como opção compatível com as condições sócio-econômicas de países em desenvolvimento e em atendimento às demandas sanitárias e de	aerogeofísica, normalmente de custos elevados; ✓ Em um segundo momento, elencar áreas prioritárias no restante do País, ainda não voadas, com potencial mineral de relevância para o Brasil no âmbito de uma visão global (recursos energéticos e hídricos subterrâneos, minerais básicos para emprego na agricultura, metais e minerais de uso em indústrias de ponta como a espacial, a	Paraguai, Argentina e Uruguai. 2.Sob a ótica técnico-científica ✓ Promover amostragem detalhada no entorno das grandes regiões metropolitanas (uma amostra a cada 5 a 20 km², dependendo da região), abrangendo água e solos, no intuito de coligir elementos para análises de custo/benefício para a preservação e/ou exploração de curto prazo de bens minerais eventualmente detectados, na	não-vivos dos fundos oceânicos, em particular com os países que se encontram mais avançados na questão, como o Japão, a Índia, a Coréia do Sul e a França. Seus sucessos e insucessos servirão de base para o desenvolvimento científico, tecnológico e para a inovação no País. 2.Sob a ótica técnico-científica ✓ Ampliar e consolidar as redes de pesquisa de sorte a nortear a avaliação do potencial mineral marinho e a caracterização dos	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
campo, tornando-se esse procedimento padrão; ✓ Detalhar na escala de 1: 25.000 as províncias minerais e os grandes centros urbanos, mapeando-se progressivamente das capitais para os demais centros ou pólos de desenvolvimento, priorizando cidades com problemas ligados ao meio ambiente, entre outros; ✓ A separação das massas litosféricas é um problema científico por se resolver, em todos os continentes demandando		saúde pública das suas populações. 2.Sob a ótica técnico-científica ✓ Continuar com a prioridade de levantamentos hidrogeológicos principalmente nas áreas cársticas. Por sua capacidade de circulação, infiltração e armazenamento de água subterrânea, os aquíferos cársticos são de extrema importância e altamente frágeis à ação antrópica. Deles advém a maior parte do	tecnologia da informação, elementos com aplicativos em saúde e lazer, além dos considerados economicamente e estratégicos para o País); ✓ Introduzir outros métodos aerogeofísicos em áreas selecionadas pelo seu potencial, como os eletromagnéticos e gravimétricos; ✓ Continuar a digitalizar os perfis e mapas de levantamentos das décadas anteriores ao	tentativa de se evitar o que aconteceu com os depósitos de fosfato de Pernambuco (Olinda e Recife) ou de cobre do Morro do Jaraguá (SP), cujos aproveitamentos ficaram inviáveis pela expansão urbana; ✓ Dar continuidade à coleta de amostras no Programa Levantamentos Geológicos do Brasil conduzido pela SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil, com ênfase à coleta de solos, de	recursos minerais de interesse socioeconômico; ✓ Realizar levantamentos sistemáticos visando identificar as características geológicas e geomorfológicas do fundo marinho e de seu subsolo da Plataforma Continental Brasileira; ✓ Detalhar as áreas de ocorrências conhecidas de nódulos de manganês e de fosfatos na PCB e onde haja a possibilidade de novas ocorrências; ✓ Identificar áreas de ocorrências de	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
pesquisas geocientíficas detalhadas e com implicações sobre a distribuição global de recursos minerais, incluindo petróleo e gás. ✓ Realizar levantamentos especializados, tanto geológicos como geocronológicos nas zonas bordejantes aos grandes lineamentos, como o Lineamento Transbrasiliano, que possui mais de 2.700km de extensão. Analogamente, lineamentos estruturais ortogonais àqueles do Ciclo Brasileiro em várias partes do País, e.g. Bahia e MG; ✓ Levantar		suprimento de água urbana, rural e industrial de vários municípios brasileiros.; ✓ Mapear as porções altamente populosas dos Escudos, geológica, geotécnica e hidrogeologicamente, para previsão de riscos naturais; ✓ Dar continuidade aprimoramento dos conhecimentos sobre as reservas e recursos explotáveis das províncias	presente século; ✓ Integrar a base AERO ao GEOBANK da SGB/CPRM, da mesma forma que outros bancos de dados que lá estão, ao menos no que tange aos metadados dos projetos. 3.Sob a ótica de recursos humanos ✓ Aprimorar o aperfeiçoamento das equipes envolvidas com geofísica e incentivar profissionais e estudantes e profissionais externos nas operações, emprego,	rochas, de bateia, de água e, eventualmente, e, em casos especiais, de material biológico também (plantas). O tipo de amostragem e análises dependerá da região e da área; ✓ Promover a análise de consistência dos resultados químicos de todos os levantamentos já realizados; a análise complementar de elementos com as alíquotas de amostras que possam permitir isso e a coleta	novos recursos minerais e levantar informações geológicas de base para o manejo e a gestão integrada do PCB e da zona costeira adjacente; ✓ Ampliar as atividades de pesquisa e proceder ao início de atividades experimentais de mineração de pláceres e granulados siliciclásticos e carbonáticos na PCB; ✓ Ampliar as atividades de recuperação da costa brasileira, com base em inventário da potencialidade de existência de areia	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
completamente o magmatismo basáltico e alcalino mesozóico do Brasil. Ainda existem muitas ocorrências a serem catalogadas, estudadas e definidas do ponto de vista geocronológico; ✓ Obter informações geológicas em nível governamental e público sobre os pipes kimberlíticos levando-se em conta, no entanto, a questão de reserva de mercado futuro por parte das mineradoras detentoras das áreas; ✓ Determinar o controle cronoestratigráfico das eras tipo Esteniano na		hidrogeológicas do Nordeste, buscando sempre a definição das suas reais potencialidades e a elaboração de políticas de exploração dos aquíferos regionais; ✓ Buscar continuamente o desenvolvimento de novas metodologias para locação de poços em terrenos cristalinos, visando diminuir as taxas de insucesso; principalmente o alto índice de poços secos e com águas	tratamento e interpretação das informações geofísicas, fortalecendo as parcerias com as Universidades e Centros de Pesquisa (como o Observatório Nacional – ON, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, o Cenpes/Petrobras e, entre outras, com a Sociedade Brasileira de Geofísica;	também complementar de amostras nas áreas com levantamentos geológicos que tenham sido realizados no passado em malhas de grandes dimensões ou com propósitos muito específicos; ✓ Incentivar o aumento no número de laboratórios e de profissionais especializados em geoquímica no País (geólogos e técnicos laboratoriais), com competência para realizar os	e cascalho na plataforma continental interna; ✓ Dar início à pesquisa mineral na área internacional dos oceanos mediante a requisição de sítios de exploração junto à Autoridade Internacional dos Fundos Oceânicos (Autoridade) em regiões adjacentes à PCB, com o objetivo de ocupá-las antes que sejam requisitadas por outros países (a exemplo das recentes requisições da Inglaterra ao redor das Ilhas Falklands, Geórgia do Sul e Sandwich,	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
Amazônia, por exemplo; ✓ Promover cartografia sistemática em escala adequada, ao longo de toda a costa brasileira, para conhecer melhor os depósitos terciários e quaternários e.g. Grupo Barreiras. Além da importância geológica pura, ter-se-á base sólida para prever os riscos geológicos, incluindo as inundações dos estuários de rios (<i>rias</i>), bem como o planejamento da ocupação territorial dessa zona; ✓ Incentivar estudos paleoclimáticos com base em registros geológicos, à luz das		salinizadas; ✓ Incentivar a pesquisa de novas tecnologias para dessalinização de águas, a custos mais acessíveis e com volumes de água dessalinizada mais elevados; ✓ Desenvolver estudos integrados dos aquíferos aluviais, suas recargas e descargas dentro de toda bacia hidrográfica, assegurando vazão regularizada nos sistemas de		trabalhos e também para coordena-los efetivamente. 3.Sob a ótica de recursos humanos ✓ Aprimorar continuamente as equipes internas e externas da SGB/CPRM e das instituições participantes do Programa, promovendo-se cursos, estágios, visitas a outros SGNs etc;	no Atlântico Sul); ✓ Investir na SGB/CPRM tecnicamente para torná-la o braço brasileiro na requisição de áreas nos fundos internacionais junto à Autoridade; ✓ Realizar estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para subsidiar a política de planejamento e gestão da PCB e da zona costeira e as entidades reguladoras, por meio da definição de critérios técnicos para a exploração desses recursos minerais; ✓ Gerar e/ou adaptar novas	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
mudanças climáticas que já começam a ser sentidas. 3. Sob a ótica de recursos humanos ✓ Estabelecer um plano de desenvolvimento continuado de RH em C&T no âmbito das geociências e da tecnologia mineral em termos do SGB; ✓ Criar Programa de Capacitação Tecnológica através de convênio com o CNPq, a exemplo da Petrobras, para concessão de bolsas de desenvolvimento científico e tecnológico a estudantes secundários, universitários, técnicos, graduados,		captação neles instalados, sobretudo para o abastecimento d'água de pequenas comunidades; ✓ Pesquisar metodologias apropriadas para projetos de barragens subterrâneas e barragens de assoreamento, visando melhor aproveitamento dos depósitos aluviais; ✓ Realizar, sobretudo no Nordeste, perfuração de novos poços em rochas cristalinas e sedimentares, mediante a			tecnologias de pesquisa e lavra mineral alicerçadas na sustentabilidade social e econômica da atividade; ✓ Considerar o gigantesco avanço da tecnologia, mormente na exploração de petróleo e gás, em águas cada vez mais profundas. Energia é um dos cinco desafios maiores que a humanidade terá que enfrentar neste século, e apesar da exigência da sociedade para energias mais limpas, o petróleo ainda deverá perdurar por longas décadas	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
mestres e doutores, visando a complementação de equipes da SGB/CPRM e ao incentivo para a área de geociências.		locação tecnicamente correta e o emprego de métodos adequados a cada formação geológica; ✓ Dar continuidade ao recadastramento regional de poços, pela SGB/CPRM, permitindo a recuperação daqueles abandonados, ao invés de se proceder simplesmente à perfuração de novos poços; ✓ Instalar equipamentos de bombeamento			como o propulsor do desenvolvimento mundial; ✓ Considerar o gigantesco avanço da tecnologia, mormente na exploração de petróleo e gás, em águas cada vez mais profundas. Energia é um dos cinco desafios maiores que a humanidade terá que enfrentar neste século, e apesar da exigência da sociedade para energias mais limpas, o petróleo ainda deverá perdurar por longas décadas como o propulsor do	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
		nos poços já perfurados, preferencialment e que não requeiram energia elétrica ou combustível para acionamento de moto-bomba, como, por exemplo, o uso de catavento; ✓ Executar poços rasos em áreas aluviais, do tipo mais adequado para cada caso: poço tubular, poço amazonas, poço coletor com dreno radial, galeria filtrante etc;. ✓ Incrementar substancialment e a construção			desenvolvimento mundial. 3.Sob a ótica legal Fase de Requerimento de Pesquisa: ✓ Promover a expansão das dimensões máximas para as áreas requeridas no Mar Territorial, Plataforma Continental e Zona Econômica Exclusiva, para 1.000 ha para agregados marinhos e granulados carbonáticos e 5.000 há para as demais substâncias pesquisadas; ✓ Aumentar o	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
		de barragens subterrâneas de forma tecnicamente adequada.; ✓ Construir barragens de assoreamento visando aumentar o volume de aluviões e acumular água mais facilmente explotável; ✓ Dar continuidade à coleta, consistência e armazenamento de dados hidrogeológicos no Sistema de Apoio à Gestão de Águas Subterrâneas – SIAGAS, da SGB/CPRM, e à sua difusão.			prazo único dos alvarás para três anos para quaisquer substâncias, com prorrogações para dois anos; ✓ Criar Comissão Especial para análise prévia de todos os requerimentos de pesquisa protocolados nas áreas do MT, da PC e da ZEE integrada não só por geólogos, engenheiros de minas e especialistas ambientais, como também por especialistas em assuntos do mar, especialmente em oceanografia e oceanologia, incluindo biólogos e representantes da	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
		Atualmente encontram-se cadastrados no Sistema mais de 180.000 poços.			CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, para que se tenha o máximo de isenção no julgamento dos requerimentos de pesquisa. O eventual indeferimento deles não deve ser considerado como bloqueio definitivo para outras atividades de mineração futura, uma vez que as situações podem mudar com o tempo; ✓ Promover estudos para superação de conflitos quando um requerimento de pesquisa se sobrepuser a uma concessão para petróleo.	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
					- Fase de Autorização de Pesquisa ✓ Vincular a aprovação do Relatório Final de Pesquisa e do Plano de Aproveitamento Econômico à apresentação de informações específicas e imprescindíveis para assegurar a sustentabilidade do empreendimento - Fase de Concessão de lavra ✓ Estabelecer monitoramento de conformidade, com a verificação se as condições da autorização são	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
					respeitadas; ✓ Criar mecanismo de monitoramento de impacto, para verificação do impacto espacial e temporal da dragagem e das interferências com as outras utilizações do mar. 4.Sob a ótica de infra - estrutura ✓ Fortalecer os atuais centros e laboratórios de pesquisa do mar existentes na SGB/CPRM e Universidades Federais e Estaduais do País, através da recuperação física de suas infra - estruturas e	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
					modernização constante de seus equipamentos; ✓ Criar um centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos oceanográficos e de geologia e geofísica marinhas, de forma a otimizar e viabilizar uma infra - estrutura básica de pesquisa marinha; ✓ Estabelecer a sistematização e a integração de informações geológicas e geofísicas da Plataforma Continental Brasileira e das áreas oceânicas adjacentes por meio de um banco	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
					de dados georeferenciados, a gregando-o ao GEOBANK da SGB/CPRM, e elaboração de documentos normativos para o levantamento e armazenamento das informações geológicas, geofísicas e outras que se acharem necessárias. 5.Sob a ótica de recursos humanos ✓ Ampliar e fortalecer os cursos de graduação e pós-graduação em oceanografia; ✓ Incentivar a criação de cursos de mestrado e doutorado nas	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
					Universidades que ainda não os possuem; ✓ Incentivar o pós-doutorado em instituições nacionais e estrangeiras; ✓ Criar cursos técnicos específicos para atividades marítimas relacionadas, especificamente aos recursos minerais do litoral e dos fundos do mar; ✓ Implantar, nos cursos e engenharia de minas hoje existentes, matérias relacionadas aos recursos do mar, sua pesquisa e	

Geologia do Brasil	Amazônia	Hidrogeologia	Aerogeofísica	Geoquímica	Geologia Marinha	Geologia Ambiental
					mineração de sorte a criar a consciência técnica sobre o assunto e abrir a oportunidade de novos campos de trabalho para os profissionais dessas áreas; ✓ Estabelecer cotas especiais de bolsas junto ao CNPq e CAPES, para alunos de graduação e pós-graduação em institutos de ensino e/ou de pesquisa que estejam ou estarão integrados à execução do Plano Duodecenal em questão.	