



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 04

ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOLÓGICA DO BRASIL

Relatório Técnico 11

ANÁLISE CRÍTICA DA INFORMAÇÃO GEOLÓGICA DO BRASIL

CONSULTOR

Eduardo A. Ladeira

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

JULHO de 2009



PROJETO ESTAL
PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

PRODUTO 04
ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOLÓGICA DO BRASIL

Relatório Técnico 11
Análise Crítica da Informação Geológica do Brasil

CONSULTOR
Eduardo A. Ladeira

JULHO de 2009

SUMÁRIO

PRODUTO 04	2
Relatório Técnico 11	2
Análise Crítica da Informação Geológica do Brasil.....	2
CONSULTOR.....	2
Eduardo A. Ladeira	2
SUMÁRIO	3
RESUMO EXECUTIVO	5
APRESENTAÇÃO	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS DO BRASIL	11
2.1. Arqueano	19
2.2. Arqueano e Paleoproterozóico Indiferenciados	21
2.3. Paleoproterozóico.....	22
2.4. Mesoproterozóico.....	23
2.5. Neoproterozóico	25
2.6. Paleozóico	28
2.7. Mesozóico	30
2.8. Cenozóico.....	33
3. PERMANÊNCIA, RECICLAGEM E HERANÇA METALOGENÉTICA.....	36
4. DEPÓSITOS MINERAIS E EPOCAS METALOGENÉTICAS	38
4.1. Eoarqueano - Paleoarqueano	38
4.2. Mesoarqueano	38
4.3. Neoarqueano.....	38
4.4. Paleoproterozóico.....	40
4.5. Mesoproterozóico.....	43
4.6. Neoproterozóico	43
4.7. Paleozóico	45
4.8. Mesozóico	45
4.9. Cenozóico.....	46
5. ANÁLISE CRÍTICA.....	47
5.1. Amazônia	50
5.2. Fomento à Exploração Mineral	51
6. CONCLUSÕES FINAIS.....	59
7. RECOMENDAÇÕES	60
8. AGRADECIMENTOS.....	62
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

RELAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES

RELAÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1: A porção continental da Plataforma Sul-Americana.	13
Figura 2: Províncias estruturais do Brasil segundo o SBG/CPRM.	16
Figura 3: Reconstituição da colagem do Gondwana.	17
Figura 4: Localização dos principais conjuntos de rochas alcalinas no Brasil.	32
Figura 5: Orçamento total mundial de exploração mineral em 2008.	51
Figura 6: Orçamentos de exploração mineral por regiões, 2008 para 1912 mineradoras.	52
Figura 7: Percentuais orçamentários de exploração mineral por regiões, 2004-2008.	52
Figura 8: Percentuais orçamentários de exploração mineral para alguns países em 2008.	53
Figura 9: SGB/CPRM - Demonstração de Resultados - US\$ 1,00 de junho 2008.	54
Figura 10: Áreas, PNB e populações de países selecionados.	55
Figura 11: Consumo, por americano médio, desde o nascimento, de bens derivados do reino mineral.	58

RELAÇÃO DAS TABELAS

Tabela 1: Despesas com exploração mineral no mundo.	51
Tabela 2: <i>Ranking</i> do Brasil no total das principais reservas minerais mundiais.	55
Tabela 3: Custos médios de exploração mineral, Brasil, 1969-1988 e retorno econômico.	56
Tabela 4: Recursos em urânio do Brasil.	57
Tabela 5: Consumo per capita de produtos derivados do reino mineral, Brasil, EUA e mundo. .	58
Tabela 6: Alguns indicadores sociais do Brasil, 1970-2008.	59

RESUMO EXECUTIVO

Apresenta-se aqui, no âmbito do Projeto ESTAL e conforme parte de seu amplo escopo que abrange, entre outros documentos, 80 relatórios técnicos chamados de RTs, o presente texto. Ele é designado: **RT 11 Análise Crítica sobre a Informação Geológica do Brasil.**

O RT 11 complementa o anterior relatório, RT 10 Análise da Informação Geológica do Brasil.

No **RT 10-Informação Geológica do Brasil**, os programas de mapeamento geológicos que vários serviços geológicos (SGs) como os da Inglaterra, França, Alemanha, Austrália, o Canadá e os Estados Unidos e outros, num total de 26 SGs (incluindo o SGB/CPRM) foram sumariados e analisados. Foram também apresentadas tabelas e gráficos com dados de investimentos em PLGB (Programa de Levantamento Geológico Básico) nos diversos países estudados.

Fez-se, também, uma análise sobre o estágio de conhecimento geológico do Brasil, comparando-a com atributos dos diversos países analisados, apontando-se as principais dificuldades e entraves na geração do conhecimento geológico que o país necessita para ter uma posição de igual para igual entre as nações.

Julga-se que ficou esclarecido que principalmente para as nações desenvolvidas e algumas emergentes, como o Brasil, programas estabelecidos ao longo das últimas décadas com ação integrada dos SGs nacionais com os SGs estaduais, com as universidades, com a indústria de minero-metalúrgica e forças de defesa nacionais deram bons frutos.

Analisa-se, de forma condensada pois o assunto é amplíssimo, o conhecimento geológico sobre a Geologia Pura e Econômica do Brasil, como ele foi produzido, apontando-se as principais dificuldades na geração do mesmo e que o país necessita para aprimorá-lo. São propostas ao final, recomendações para acelerar a geração da informação geológica em todas as suas frentes e especialidades que se contam por mais de uma centena.

Neste **RT 11 Análise Crítica sobre a Informação Geológica do Brasil**, temos firme convicção, a análise e as recomendações apresentadas, contribuirão para que o MME e outros órgãos competentes, que utilizam o conhecimento geológico, planejem suas ações políticas e econômicas. Tais ações permitirão ao Brasil se fortalecer na competição democrática com outras nações do Planeta que estudamos, mormente, aquelas de extensão territorial e potencial mineral semelhantes, como é o caso da Austrália, Canadá, Estados Unidos, Rússia, Índia, China e África do Sul.

Em geral, quanto mais adiantado científica e economicamente é uma nação, mais completa e abrangente é a missão de seu Serviço Geológico.

Do mesmo modo que outras atividades científicas e tecnológicas, as atividades geocientíficas nelas incluídas os levantamentos lógicos, são complexas e difíceis de serem avaliadas.

Os institutos de pesquisa europeus começaram a ser submetidos a programas de avaliação no final dos anos 70 e na Inglaterra culminou durante o governo de Margaret Thatcher.

A avaliação foi motivada por melhor aplicação dos recursos financeiros e obtenção de melhor relação custo/benefício. Ela se iniciou em duas vertentes: a avaliação das academias de um lado e de outro a avaliação de empresas quanto a sua inserção no conceito de empreendedorismo cidadão ou empresas cidadãs.

Já os SGs começaram a ser avaliados no final do Século 20, entre o final da década de 1980, embora numerosos deles tenham efetivamente se submetido a tal processo na década de 1990, O processo de avaliação, que em si mesmo foi se aprimorando, passou a ser uma rotina anual de quase

todas as instituições acadêmicas do mundo e cada vez as empresas se submetem ao processos semelhantes, cujos dados fazem parte dos relatórios anuais de muitos dos serviços geológicos de países adiantados e de alguns dos emergentes (como o Brasil e o Chile).

A iniciativa para a avaliação dos SGs tem procedido do governo federal, ministérios e/ou agências de políticas públicas de mais alto nível hierárquico, isto é, de fora para dentro e de cima para baixo da corporação.

Dentre os processos avaliativos tem-se observado a constante reestruturação dos SGs, para sua adaptação à nova realidade e demandas sociais.

Uma recomendação comum desses programas de avaliação tem sido o estabelecimento ou o revigoramento e ampliação dos Conselhos de Administração ou Conselhos de Assessoramento, e de Comitês de Assessoramento, com a participação de representantes do setor privado, de professores especialistas das universidades, agências governamentais e de associações geocientíficas e ou da engenharia mineral e associações profissionais não científicas.

O Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais (1965), a transformação da CPRM em Serviço Geológico do Brasil (28/12/1994) e a retomada do PLGB, particularmente entre 1999 até o presente, permitiram a definição e seleção de faixas ou regiões potencialmente mineralizadas o que estimulou os empreendedores minerais a executarem a uma intensa atividade de exploração mineral em todo o Brasil.

Como resultado daquele binômio: estímulo governamental através do PLGB e atividade dos empreendedores foram notáveis as descobertas de depósitos minerais. Especialmente de Fe, Mn, Al (Pará), Au, Cu, Cr (Bahia), Ni, Cu, Au, P, Nb, Ti (Goiás,) Ni, Fe, Ti, P, Au, Zn, Pb (MG), Au, Fe (MT). Além destes bens minerais o conhecimento permitiu também o incremento relativamente à águas minerais e industriais, rochas ornamentais, matérias primas minerais para a indústria cerâmica e de construção civil, a produção de pedras preciosas e semipreciosas.

Todos os projetos geocientíficos, são relevantes em seu próprio atributo, e tem contribuído para o avanço da geologia pura e econômica do Brasil, às vezes de forma surpreendente. Não raras vezes, uma mineradora ou pesquisador decide estudar ou re-estudar uma área; se esta estiver sido coberta por um dos projetos ele é avaliado. E não raro, descobrem-se feições novas, dantes não suspeitadas e até mesmo depósitos minerais, que passaram despercebidos por contingências tecnológicas da época em que primeiro foram utilizados, ou porque indícios aparecem provocados por um deslizamento de terra, um corte de nova estrada ou qualquer caso fortuito, como o abrir de uma cisterna de roça.

A história mineral do Brasil está cheio destes “causos” e quase todos os países mineradores também. Assim é a *estória* da descoberta fortuita de diamante em Kimberley, na África do Sul. Ou a *estória* da água de um prospector em Cobalto, no Canadá, que deu um coice em um fogão de “pedra” improvisado; ao rolar para o fogo e lá esquecido, da “pedra” brotou derretido um metal incluso, que o prospector só viu ao amanhecer. E assim foi. E é, assim, que se conta ao redor do fogo tremulante nas noites frias canadenses, a descoberta da prata naquele famoso distrito mineiro!

A retomada do PLGB tem permitido que o SGB trabalhando com equipes universitárias e mesmo empresarias e através de reuniões de trabalho em congressos e simpósios geológicos troque conhecimentos através dos debates. Como decorrência, conceitos sofisticados de exploração mineral têm surgido como as idéias e sugestões de prolongamentos mineralizados de muitas das jazidas em lavra. Com isto, fomentam-se as mineradoras a realizar trabalhos de detalhes em tais prolongamentos. 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.

Quem não conhece seu território não é capaz de demarcá-lo e defendê-lo dos cobiçadores.

APRESENTAÇÃO

O país teve até 2007 todas as condições para entrar em um novo ciclo de crescimento sustentado. Infelizmente, a morosidade governamental em decidir e agir não utilizou o ciclo de crescimento mundial entre 2001-2007 a favor da pátria, limitando-se em ser uma nação periférica.

Preocupada com os fatos acima, com os cenários possíveis para a conjuntura econômica dos anos vindouros e seus impactos no setor geológico, minerário e de transformação mineral, a SGM do MME tomou a decisão:

A Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM do MME planejou a elaboração do PLANO DUODECENAL (2010-2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL “com previsão de revisões quadrienais e detalhamento coincidentes com os períodos dos Planos Plurianuais-PPAs do governo federal, 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. Vale mencionar que com as novas competências da SGM-MME a respeito da transformação mineral, a etapa de transformação será, pela primeira vez, considerada explicitamente no planejamento do Setor Mineral Brasileiro.”

O Termo de Referência (MME, 2008) do referido Plano define o escopo, premissas, as diretrizes e os condicionantes dos estudos a serem realizados no âmbito do Projeto ESTAL, servindo os mesmos de base para a elaboração do Plano Duodecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

O Plano foi estruturado dentre outros itens, em 6 Macroatividades, dentre elas a **MACRO-ATIVIDADE 2 – GEOLOGIA DO BRASIL** que comporta entre outros os seguintes relatórios:

Relatório Técnico 10: Informação geológica do Brasil

Relatório Técnico 11: Análise crítica sobre a informação geológica

Relatório Técnico 12: Informação geológica na Amazônia

Apresenta-se aqui, no âmbito do Projeto ESTAL e conforme seu escopo o presente relatório técnico **RT 11 Análise Crítica da Informação Geológica do Brasil**.

O RT11 complementa o anterior RT 10 Análise da Informação Geológica do Brasil.

Analisa-se, de forma sucinta, o conhecimento geológico sobre a Geologia Pura e Econômica do Brasil, como ele foi produzido, apontando-se as principais dificuldades na geração do mesmo e que o país necessita para aprimorá-lo, propondo-se recomendações para acelerar sua geração.

O presente texto baseia-se, não só nos autores constantes da seção **Referências**, mas particularmente, em muitos geólogos que contribuíram com duas grandes, extraordinárias e novas obras, publicadas em anos recentes, versando sobre a geologia do Brasil:

Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM-SGB. Brasília, 2003, 674p. L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (editores).

Geologia do continente Sul-Americano. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. 2004. Organizadores: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., & Brito Neves, B.B. (organizadores). 2004 Beca Produções, Culturais Ltda. São Paulo, 647p.

Devem-se registrar, também, os livros anteriores às mesmas:

Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress, 2000: 856p. Por Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Editors). Publicado sob os auspícios de vários órgãos incluindo o SGB/CPRM.

Geologia do Brasil 1984 - Coordenadores: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Derze, G.R. Asmus, H.E. DNPM, Brasília, 501 p.

Geologia do Brasil. 1943 - Oliveira, A. I. e Leonardos, O. H., 1943. Geologia do Brasil. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 813 p.

1. INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas numerosos avanços foram alcançados sobre o conhecimento geológico do território nacional, graças aos dados produzidos pelos órgãos específicos federais e estaduais, pelas universidades e pelas empresas particulares de serviços e pela indústria de mineração. Enquanto as IES se preocupam essencialmente com o conhecimento geológico em termos de pesquisa básica, a CPRM e a PETROBRÁS e o setor privado o fizeram motivados pela necessidade de prover a indústria de transformação nacional e internacional de matérias primas minerais e seus derivados.

Destaca-se que, já em alguns casos, diversos tipos de bens minerais estão cada vez mais sendo processados no BR agregando progressivamente mais valor ao bem mineral o que no caso de exportação gera mais divisas para o país.

Conforme citado, o presente relato fundamenta-se especialmente, nos dados de numerosos geólogos que contribuíram com duas grandes, extraordinárias e novas obras, publicadas em anos recentes, versando sobre a geologia do Brasil e que foram registradas no item anterior. O presente trabalho baseia-se, também, nas numerosas publicações ou relatórios pouco divulgados de autores constantes da seção Referências Bibliográficas.

Analisa-se critica e construtivamente, o acervo das Grandes Unidades Cronoestratigráficas do Brasil que foram detalhadamente expostas nos livros supracitados e nos artigos referenciados. A análise está condensada, pois o objetivo foi tentar pinçar aqui e ali, nos detalhes descritivos das obras referenciadas, o que precisa ainda ser feito para que a Geologia Brasileira continue avançando. Algumas afirmações, que são óbvias para os geólogos, são apresentadas visando àqueles que, não sendo profissionais do ramo, precisam delas se informar, porque talvez sejam eles que fixarão a política geológica para o Brasil.

A importância das Grandes Unidades Cronoestratigráficas é realçada do ponto de vista de geologia básica e econômica, isto é quanto estas unidades, seus domínios e sua ambiência geológica influenciam ou condicionam as ocorrências e jazidas minerais metálicas e não metálicas. *Os minérios estão onde estão!* Assim é preciso mapear a geologia para que tudo apareça. Como disse um geólogo econômico americano para um geólogo mais jovem: “mapeia-o (o terreno), mapeia-o meu rapaz, e tudo aparecerá”! (*Map it, my boy, map it my boy, and everything will come out!*).

À medida que tratamos dos diversos períodos geológicos, representados por sucessões rochosas no país, as chamadas Grandes Unidades Cronoestratigráficas do Brasil, dos quais muitas questões já foram resolvidas seja de uma maneira incipiente, moderadamente ou bem resolvidas, levantamos outras questões que precisarão ser solucionadas nos próximos anos. Ações geocientíficas para tal são imperativas quando se tem a intenção de avançar no conhecimento geológico das unidades rochosas o que repercutirá no melhor conhecimento de como encontrar os minérios metálicos e outros bens minerais para o futuro. A maior preocupação de um país minerador como o Brasil deve ser fornecer os dados básicos de geologia (que fazem parte do PLGB do SGB/CPRM) para que os mineradores tenham condições de com trabalho de exploração mineral

repor reservas para substituir as que vão se exaurindo. Se não se faz tal ação, as indústrias de transformação mineral vão fenecendo, os empregos vão diminuindo, as divisas não são geradas, a arrecadação de impostos declina, a qualidade de vida das pessoas envolvidas como o processo minerador decai.

No **Relatório Técnico 10**: Informação geológica do Brasil, foi apresentado um quadro dos diversos SGs de países selecionados e o que os principais países investem no setor mineral. Ora, se os países mais adiantados são os que mais investem em conhecimento geológico do seu território é porque o investimento dá retorno, não só medido em termos financeiros, mas em desenvolvimento social.

Um avanço que tem sido paulatino, quanto ao nosso SGB, refere-se aos levantamentos geofísicos básicos LGB que passaram a ter um incremento a partir de 1991 merecendo destaque os projetos de LGB dos últimos anos. Tais levantamentos permitiram caracterizar melhor as províncias estruturais brasileiras (**Figura 2**) além dos óbvios resultados do uso de seus dados para exploração mineral, em acoplamento com outras técnicas de prospecção e pesquisa, visando a descoberta de novos depósitos minerais.

Foi criada em 1995, pelo Serviço Geológico do Brasil/CPRM, a Base de Dados de Projetos Aerogeofísicos do Brasil, cujo acrônimo é AERO. Sua principal meta é disponibilizar ao usuário dados e informações técnicas sobre os principais levantamentos aerogeofísicos (**LAG**) empreendidos no país desde 1952.

Tem havido diferentes patrocinadores ou conveniados dos projetos de LAG. Buscando-se evitar superposições de áreas dos **LAGs** sobre um mesmo mapa de localização, todos os projetos e os seu acervo documental, pertencentes a cada patrocinador foram reunidos e codificados sob números de séries designadas de 1000, 2000, 3000 e 4000. Estas séries, respectivamente, apresentam-se em ordem crescente conforme o ano do **LAG** e situam-se em mapas de localização específicos conforme os patrocinadores dos referidos projetos, como indicado abaixo e disponível na *homepage* do **SGB**:

Códigos da Série 1000 - projetos conduzidos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Por exemplo, os Projetos da Série 1000 Geofísica são projetos executados através do DNPM e a SGB/CPRM, totalizando 68 projetos efetuados no período de 1953 a 2006.

Códigos da Série 2000 - projetos dirigidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e pela Empresas Nucleares Brasileiras S.A. (NUCLEBRÁS).

Códigos da Série 3000 - projetos gerenciados pelos governos estaduais e empresas privadas;

Códigos da Série 4000 - projetos realizados pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP) e pela PETROBRAS (Petróleo Brasileiro SA).

Dentre eles os projetos de LAGs, destaca-se o Projeto Rio das Velhas. Porque ele foi um dos primeiros a partir da década de 90 do século 20 a estabelecer paradigmas de: associação SGB, mineradoras (aportando recursos financeiros), fundações e integração com o sistema universitário fornecedores de consultores ou de cursos de reciclagem. Ademais os geólogos do SGB passaram a desenvolver teses de mestrado e ou doutoramento sobre temas dos projetos com interesse direto do SGB/CPRM. Dele podemos falar com algum conhecimento, pois dele participamos como consultor e co-autor do mapeamento geológico de uma das quadrículas.

O Projeto Rio das Velhas foi concebido em 1991 pela Divisão de Geologia (DGM) do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) na gestão do Diretor Geral Elmer Prata Salomão. O Diretor da DGM, Dr. O.J.Marini insistiu, fortemente, junto às grandes empresas

mineradoras atuantes na província mineral do Quadrilátero Ferrífero, no Estado de Minas Gerais, e de organismos estaduais ligados ao setor mineral, no sentido de dar um impulso nos conceitos de exploração mineral na região para busca de novos depósitos minerais, enfocando o ouro, cujos preços subiam incessantemente.

Definiu-se pela realização de levantamento aerogeofísico de detalhe que, em conjunto com outras técnicas de prospecção, dotassem a região de uma base geológica precisa e atualizada, para delinear novos alvos que no campo passassem a ser objeto, por parte e ônus das mineradoras, de exploração mineral (geoquímica e geofísica de campo, campanhas de sondagens). Além do levantamento aerogeofísico de alta resolução, o projeto incluiu como propósito ainda, sob a coordenação do DNPM, a integração dos dados geoquímicos e geológicos regionais disponíveis para fins de mapeamento de uma área total de cerca de 3.200 km².

Para viabilizar o Projeto Rio das Velhas, as empresas mineradoras e/o de exploração mineral como Rio Doce Geologia e Mineração S.A. DOCEGEO, Rio Tinto Desenvolvimentos Minerais LTDA, Mineração Morro Velho S.A. Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG), Minerações Brasileiras Reunidas (MBR), S.A. Mineração Trindade (SAMITRI), UNANGEN Mineração e Metalurgia S.A. e WMC Mineração S.A. foram convidadas a reunir em "acordo operacional" formado com o DNPM, entidade do Ministério de Minas e Energia (MME).

Foram realizadas numerosas reuniões de trabalho. Após consultas a várias fundações de pesquisa vinculadas a universidades, optou-se pela Fundação GORCEIX (FG), por esta cobrar taxa administrativa menor. A FG é uma instituição criada por ex-alunos da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto e recebe recursos financeiros de numerosas empresas da área de engenharia civil, mineração, metalurgia e outras fontes.

O contrato de prestação de serviços entre a PROSPEC S.A. e a Fundação GORCEIX para a execução do levantamento aerogeofísico do projeto foi firmado em 15/06/1992.

As fitas magnéticas finais do Projeto Rio das Velhas estão arquivadas no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em Brasília (DF), havendo uma cópia de segurança das mesmas na Divisão de Geofísica do SGB/CPRM (Escritório do Rio de Janeiro).

Os levantamentos geológicos ficaram a cargo do SGB/CPRM, cuja equipe de Belo Horizonte no período de 1992 a 1996 executou mapas de várias quadriculas na escala 1: 25.000, com apresentação do mapa de síntese na escala de 1:1 00.000 (Zucchetti et al., 1998)

Detalhes da concepção, fases de execução e assuntos logísticos correlatos do Projeto Rio das Velhas podem ser apreciados em PROSPEC (1993); Vieira, (1996), Relação de relatórios e mapas é disponível na CPRM. Síntese da geologia com bibliografia detalhada acha-se em Pinto (1996), Zucchetti, & Baltazar, (1998), Zucchetti et al.(1998), Baltazar & Zucchetti (2007).

2. UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS DO BRASIL

A história geológica do Brasil abrange desde o Paleoarqueano até o Holoceno. Em todo o registro geológico existem bens minerais muitos dos quais se transformaram em jazidas e minas. O presente texto relaciona e analisa os diversos períodos com os depósitos minerais e também, os eventos tectônicos, que deixaram marcados na crosta zonas de fraqueza, que possam causar riscos geológicos à medida que as populações se instalam em regiões próximas ou neles próprios.

O território brasileiro faz parte de uma ampla entidade tectônica crustal cujos primeiros estudos de síntese foram apresentados por Licínio Barbosa (1966), Almeida (1967), Grossi Sad (1968), Kegel (1957), Loczy (1964; 1966; 1970; 1972; 1975), Ferreira et al. (1970), Ferreira (1972). Cordani et al. (2000), Schobbenhaus e Brito Neves (2003). Tal entidade foi designada por Almeida

(1967) de Plataforma Brasileira que, posteriormente, rebatizou-a de Plataforma Sul-Americana (Almeida, 1969,1972); (**Figura 1**).

A formação desta plataforma processou-se complexa e dramaticamente, durante todo o Precambriano, consolidando-se no fim deste Eon, e até hoje ela evolui, porém de modo mais calmo. Atualmente entende-se por Plataforma Sul-Americana a vasta fração continental da placa tectônica homônima que permaneceu estável constituída pelo mosaico de núcleos cratônicos de idade paleoarqueozóica e antigos fragmentos crustais envolvidos por cinturões móveis do Proterozóico.

A história registrada nas rochas relativas ao Precambriano (do Arqueano ao Proterozóico) é complexa. Houve grande mobilidade tectônica, tipificada pela alternância de regimes compressionais e extensionais tanto cíclicos, quanto progressivos causados pela dinâmica da tectônica global (desde a paleotectônica de placas até a moderna), desde os primórdios da história geológica até os fenômenos atuais.

Estes ciclos orogênicos e tectono-memórficos determinados geocronologicamente (veja síntese em Cordani et al., 2000; Schobbenhaus e Brito Neves, 2003; Delgado et al. 2003) no país foram assim denominados, embora haja muitos debates com relação aos mesmos:

Ciclo Rio das Velhas ou Jequié (entre 2.7 a 2.8 Ga)

Ciclo Transamazônico (2.05 a 2.07 Ga)

Deformação/Orogênese Espinhaço (1,3 to 1,0 Ga) e Ciclo Uruçuano (1,3 to 1,0 Ga)

Ciclo Brasileiro (0,75 to 0,5 Ga).

Estes eventos tectônicos causaram um mosaico de núcleos cratônicos de idade paleoarqueozóica e antigos fragmentos crustais envolvidos por cinturões móveis do Proterozóico. Dispersos entre estes e aqueles núcleos, que são expostos na maior parte do nosso país, mais notadamente no SE, N e NE, despontam fragmentos crustais antigos, como peças menores do *quebra-cabeça* geológico, que foram preservadas durante o processo de retrabalhamento crustal proterozóico do Pangea.

A Plataforma Sul-Americana (Figura 1) atuou como antepaís durante a evolução dos cinturões móveis do Caribe ao norte, e Andina, a oeste, ao mesmo tempo em que se processavam a abertura e o desenvolvimento do Atlântico Sul, no Meso-Cenozóico (Schobbenhaus & Brito Neves, 2003).

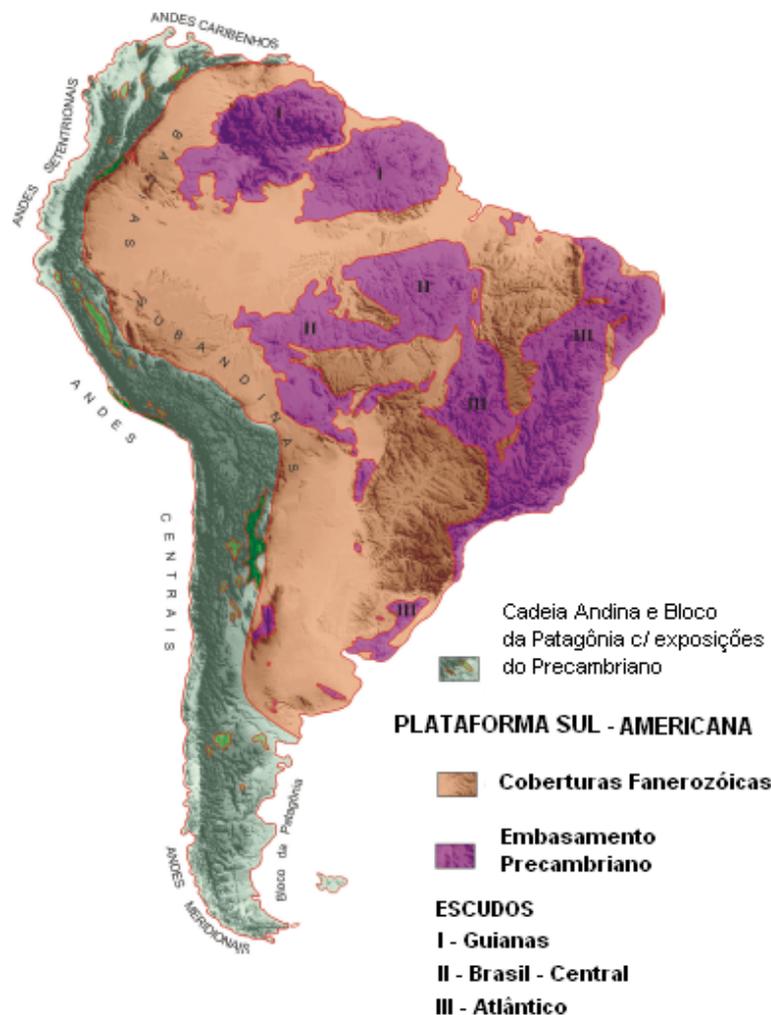


Figura 1: A porção continental da Plataforma Sul-Americana.

O continente Sul-Americano: destacam-se a área estável fanerozóica, a Plataforma Sul- Americana e as áreas instáveis dos Andes (Caribenhos, Setentrionais, Centrais e Meridionais) e do bloco da Patagônia (modificado de Almeida et al. 1976; reproduzido de Schobbenhaus e Brito Neves, 2003).

A Plataforma Sul-Americana tem sua configuração advinda da intrincada história policíclica de seu embasamento que vai do Paleoarqueano (ao redor de 3,5 Ga) ao Eo-Ordoviciano (0,50 a 0,48 Ga). Os inventários geológicos multidisciplinares realizados por geocientistas nos últimos 50 anos revelaram-nos quão complexa e diversificada é a composição rochosa e a configuração estrutural da Plataforma. Os inventários coligidos e relatórios foram divulgados como numerosas publicações; estas mostram como é riquíssima a Plataforma, em variedades rochosas (litótipos), formas estruturais (de difícil levantamento) e muitas outras feições incluindo jazidas e ocorrências minerais. Os referidos inventários demonstram grandes amalgamações orogênicas que ocorreram não só na Plataforma, mas em toda a Terra, com fenômenos tectometamórficos envolvendo migração e aglutinação de supercontinentes. Seqüentes a estes, a Plataforma Sul-Americana foi palco de tafrogênese, fissuramento e separação das seções, o que afetou todos aqueles atributos retro-referidos.

Do Ordoviciano à atualidade vêm evoluindo os estágios das coberturas fanerozóicas, enquanto a Plataforma passou por uma dramática evolução supercontinental – cenário do Gondwana a Pangea e sua posterior individualização.

A evolução e a cratonização do embasamento dobrado da Plataforma Sul-Americana completou-se ao encerrar-se o Precambriano e ao alvorecer do Paleozóico, e seus afloramentos ocorrem em extensas regiões estáveis chamados de Escudo Brasileiro e Escudo das Guianas.

Pode muito ajudar, ter em mãos durante a leitura do texto, o mapa Geológico e o Mapa Tectônico do Brasil, ambos na escala 1: 2.500.000, publicados pelo SGB/CPRM.

Antes daquela situação, segundo Schobbenhaus & Brito Neves (2003), a Plataforma Sul-Americana já havia funcionado (numa composição maior, compartilhando do supercontinente Gondwana) como zona cratônica em relação às orogenias do Paleozóico Inferior e do Paleozóico Superior ao Eo-Triássico. Este comportamento cratônico foi relativo, tanto para a margem ocidental andina, como para a margem sul.

Durante o Paleozóico a Plataforma Sul-Americana era um vasto componente de uma massa continental por sua vez extensíssima, o supercontinente Gondwana Ocidental.

O Gondwana Ocidental se consolidou entre o final do Neoproterozóico e o início do Ordoviciano, sendo, por conseguinte, formalmente epi-Brasiliana, em relação à sua estruturação básica e ao último ciclo orogenético importante do embasamento, e sinandina, no tocante ao conceito de estabilidade relativa.

A massa litosférica rompida do Gondwana foi justaposta, em seus bordos norte, oeste e sul, por unidades geológicas afetadas pelas orogenias paleozóicas e meso-cenozóicas, além de alguns terrenos de diversas naturezas oriundos do Pacífico, a ela agrupados e ajustados nos domínios das cordilheiras andinas, por eventos microcolisionais e transformantes.

A aglutinação de massas continentais, a partir do Triássico Médio, originou o supercontinente Pangea. Lentamente iniciaram-se o processo de sua separação e abertura, que geraram o Mar do Caribe, assim como, o Atlântico Central, o Meridional e o Equatorial. Estes se expandiram, emendaram-se completamente ao final do Cretáceo, surgindo a conspícua e longa feição denominada de margem continental passiva ou Atlântica.

Mais de 75% do Brasil se encontram nessa plataforma fanerozóica, partilhando-a ao norte com a Colômbia, Guiana, Suriname e Guiana Francesa e em parte com a Venezuela. A Plataforma Sul-Americana, no seu setor ocidental, inclui também regiões do território boliviano, e ao sul, parte do Paraguai e todo o Uruguai. A Plataforma abarca ainda o centro e parte do norte da Argentina. As zonas lindeiras da Plataforma Sul-Americana, com os cinturões móveis do Fanerozóico são parcialmente inferidas, por estarem, em geral, ocultas sob depósitos modernos. Ai foram geradas as bacias subandinas de antepaís, durante o Neocenozóico, que se expandem da Venezuela até o sul da Argentina. Tais bacias na Argentina estão sendo estudadas em detalhe pelo *Servicio Geológico Minero Argentino* (SEGEMAR) e será interessante o SGB/CPRM incluir a fronteira nos seus estudos para esclarecer problemas geológicos pendentes.

A Cordilheira dos Andes, em toda a sua extensão é a parte de grande mobilidade do continente envolvendo a Plataforma Sul-Americana. Nela inclui-se o Bloco da Patagônia, uma micropalaca litosférica aglutinada, durante o Ciclo Hercínico, à Cordilheira dos Andes, por colisão e falhas transformantes; este bloco teve sempre alta instabilidade com repetidas reativações tectônicas.

São conhecidos excelentes afloramentos do embasamento da Plataforma Sul-Americana (Almeida et al., 1977; Almeida et al., 1981), nos chamados escudos (*shields*). Na sua parte centro-ocidental, no Brasil e áreas adjacentes da Bolívia tem-se o *Escudo Brasil Central*. Na parte setentrional da plataforma o *Escudo das Guianas*. E perlongando toda a área costeira brasileira, tem-se o Escudo Atlântico, cujos afloramentos se devem a processos termotectônicos, soerguimentos e reativações erosivas que se instalaram durante e após a deriva continental pós-

Triássica. O Escudo Atlântico se estende do noroeste do Ceará ao Rio Grande do Sul (onde já recebeu o nome de *Escudo Sulriograndense*) e estuário do Rio de La Plata, já no Uruguai e Argentina (Delgado et al., 2003).

Devido aos efeitos de ações geotectônicas ou de processos erosivos intensos, muitas áreas de afloramentos do embasamento se localizam, ou são restritos em superfície, e ocorrem em janelas erosivas ou janelas do embasamento; este é, então, exposto cercado por depósitos de coberturas rochosas de idades diversas. São os maciços do embasamento, que são menores que os escudos, mas que, devido à vastidão da Plataforma Sul-Americana, são relativamente extensos, maiores por vezes que muitos países. Os maciços mais importantes são do Rio Apa, Uruguai – Rio Grande do Sul, Rivera, Maciço Central de Goiás e outros.

Muitos dos maciços por vezes já receberam denominação de *complexos do embasamento*, como o Complexo do Bação (MG), de Goiás (GO), de Guaxupé (MG) e outros.

As coberturas da plataforma têm uma história geológica complexa e variada, com registro litoestruturais que alcançam cerca 12 mega-estágios tectonossedimentares (PETROBRÁS), que vêm sendo conhecidos cada vez melhor à medida que os mapeamentos geológicos básicos vão sendo executados não só por aquela empresa, mas pelo SGB, em convênio com universidades e órgãos estaduais de mineração.

Assim foi possível definir: 1 (um) estágio no Arqueano; 5 no Proterozóico; 1(um), da transição do Proterozóico ao Fanerozóico; e 5 estágios do Fanerozóico. Todos estes estágios são marcados por geração de rochas e minerais muitos que em geral tem importância econômica.

Os estágios tectonossedimentares pré-fanerozóicos demonstram as várias composições supercontinentais que a Plataforma Sul-Americana compartilhou tendo relação com coberturas semelhantes dispersas em vários continentes dos dois hemisférios (Brito Neves, 2002).

Almeida (1969) ao estudar as seqüências sedimentares plataformais, definiu o *estágio de transição* tectônica de faixas (ou cinturões) móveis formadas desde o Neoproterozóico III ao Eo-Ordoviciano, terminando no final do Brasiliano para a área estável da Plataforma Sul-Americana. Posteriormente, além do estágio de transição, foram identificados quatro outros estágios pós-cambrianos; o último está a evolver atualmente, tendo se iniciado no Cretáceo Superior como evidenciam as coberturas tanto do interior do continente, como da margem continental.

Almeida et al. (1977) e Almeida et al. (1981), reconheceram dez províncias estruturais. O Serviço Geológico do Brasil divide o país em 16 províncias (**Figura 2**), a saber:

- Cráton Amazonas, com as províncias: 1. Transamazonas. 2. Carajás. 3. Amazônia Central. 4. Tapajós – Parima. 5. Rondônia – Juruena. 6. Rio Negro. 7. Sunsás.
8. Cráton São Francisco.
9. Na Província Borborema tem-se: Domínio Setentrional, Domínio Central (Zona transversal), Domínio Meridional (Perifranciscano).
10. Tocantins (Brasil Central).
11. Mantiqueira: Sistema Araçuaí; Sistema Mantiqueira Norte. Sistema Mantiqueira Central (Ribeira). Cráton Luís Alves - Sistema Dom Feliciano.
12. Amazonas (Acre, Solimões, Médio e Baixo Amazonas, Marajó).
13. Parnaíba: Araticum –Tianguá e Tianguá – Gilbués;
14. Parecis.
15. Paraná: N. Paraná, S. Paraná, Chaco.
16. Planície Costeira e Margem Continental: Atlântico Equatorial, Atlântico Central, Atlântico Austral.

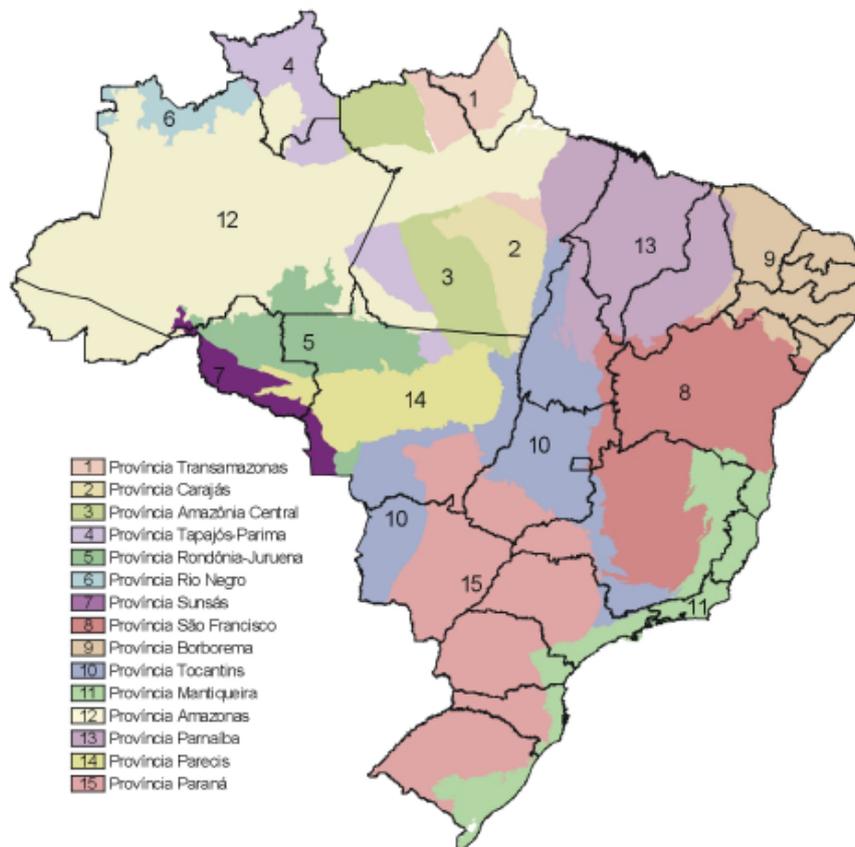


Figura 2: Províncias estruturais do Brasil segundo o SBG/CPRM.

(Fonte: Bizzi et al. 2003).

No território brasileiro, as provas destas pretéritas migrações de grandes massas de terra ora se separando, ora se ajuntando são as sucessões estratigráficas do Proterozóico e no Fanerozóico, as quais parecem como que tentar ocultar sua história. Mas, mesmo assim, os geólogos pacientemente estão revelando-a cada vez mais e já permitem a seguinte leitura:

- Agrupamento de massas de terra firme formando o Supercontinente Atlântica. As evidências estão na seção rochosa média do Paleoproterozóico (ciclo Transamazônico – Eburneano), em dois estágios sucessivos (Riáciano e Orosiriano) de soldagens orogênicas.
- Aglutinação do Supercontinente Colúmbia, ao final do Paleoproterozóico e início do Mesoproterozóico (regiões do Rio Negro-Juruena).
- Aglutinação do Supercontinente Rodínia, ao evanescer do Mesoproterozóico, ao fim da orogênese *Grenville* e de outras que com ela tem sido correlacionadas e que terminavam em outras massas de terra firme.
- Agrupamento do Supercontinente Gondwana, no tempo da transição entre o Neoproterozóico e o Fanerozóico durante a soldagem Brasiliano-Panafricana.
- Aglutinação do continente Pangea durante o Eotriássico (~ 230 Ma) e formação do superoceano Panthalassa, que o circundou totalmente. A separação posterior do Pangea evolui até o presente, com abertura e expansão dos oceanos Atlântico, Índico e outros domínios oceânicos correlatos, culminando com o conseqüente fechamento do Tethys.

Como continente, a América do Sul começou a tomar forma ao final do Cretáceo, partilhando sua prévia história geológica com outras porções litosféricas relacionadas àqueles supercontinentes.

A compreensão da história da evolução geotectônica da Plataforma Sul-Americana é ainda inacabada, dependendo de novos projetos de aquisição de conhecimentos geocientíficos. De forma análoga, é a história do Gondwana pela mesma razão. Estes projetos têm como fundamento primário os levantamentos geológicos e interessam não só às geociências básicas, mas também às aplicadas, no que tange a depósitos minerais, recursos naturais, riscos geológicos e desenvolvimento nacional.

Deve-se enfatizar que o conhecimento geocientífico dentre os países da América do Sul está em diversos níveis de inventário e sendo também desigual em cada um dos países em particular, o que prejudica aprimorar o entendimento da evolução geotectônica da Plataforma Sul-Americana. Dentre os países sul-americanos com serviços geológicos atuantes estão a Argentina, o Chile e o Brasil. Os demais padecem de estudos continuados e fluxo de verba sem interrupções.

O SERNAGEOMIN do Chile tem um programa da Rede Nacional de Vigilância Vulcânica (RNVV) com mais de 50 estações de monitoramento da atividade sísmica e vulcânica. Participa ativamente, em acordos multilaterais com outros países andinos, como Argentina e Peru do Sistema Andino de Vigilância Vulcânica. Com isto estão produzindo dados demonstrativos dessa mobilidade andina o que traz subsídios importantes para o entendimento da Plataforma Sul-Americana.

Grandes porções destes núcleos arcaicos, como se sabe, ocorrem em vários continentes. Mas alguns deles apresentam relevante interesse para o Brasil, tais como os que afloram na África, principalmente na sua parte Ocidental e Meridional, os crátons de Kalahari, Congo, Kaapvaal, Zimbábue (**Figura 3**).



Figura 3: Reconstituição da colagem do Gondwana.

(Fonte: Delgado et al., 2003)

Figura V.15 – Reconstituição da colagem do Gondwana mostrando a distribuição dos orógenos brasileiros pan-africanos e os principais crátons associados há ca. 560 Ma (modificado de Grunow *et al.* 1996). Antigos blocos cratônicos do Gondwana Ocidental e possíveis terrenos periféricos: M – Província Mantiqueira; T – Província Tocantins; B – Província Borborema; P – Orógeno Pampeano; D – Cinturão Damara; G – Cinturão Gariep; K – Cinturão Karoo; L – Arco Lufiliano; LH – Baía Lützow-Holm; MD – Madagascar; Y – Montanhas Yamato; R – Orógeno Ross; S – Cinturão Saldania; SH Cadeia Shackleton; SL – Siri Lanca; SR – Montanhas Sor Rondane; Z – Cinturão Zambesi; Outras feições: EM – Montanhas Elisworth-Whitmore; QML – Terra Queen Maud; Crátons: SF – São Francisco; AM – Amazonas; RP – Rio de La Plata/Paraná; KA – Kalahari; CO – Congo; WA – África Ocidental

Por exemplo, o Cráton de Kalahari alcançou sua estabilidade durante o término na orogênese paleoproterozóica na África Meridional cerca 1,8Ga (Hanson *et al.* 2006). Atividade magmática intraplaca subsequente entre 1,4 a 1,36Ga gerou vários complexos **alcalinos** e **carbonatíficos** na parte sulina do cráton. Um evento magmático ao redor de 1,1 Ga formou a Província Ígnea de Umkondo com uma área de 2 milhões de km² no Cráton de Kalahari incluindo um fragmento descolado que se encontra agora na Antártida! Os dados geocronológicos e paleomagnéticos evidenciam que um vigoroso volume de magma toleítico foi posicionado dentro da província entre 1112 a 1106 Ma, a partir da ascensão de uma pluma mantélica detrás do cinturão Namaqua-Natal-Maud.

Exemplos, como o citado acima, mostram a necessidade geocientífica de se estreitar relações bilaterais como os países cujos territórios fazem parte dos referidos crátons.

Os núcleos e os cinturões móveis eoproterozóicos estão geralmente ocultos por coberturas sedimentares e vulcânicas do Meso e Neoproterozóico que foram metamorfoseados fracamente, na fácies xisto verde, até moderadamente na fácies xisto verde a anfíbolito. A consolidação cratônica mais antiga atingiu seu clímax no Eoproterozóico no Ciclo Orogênico Transamazônico ($\pm 2,0$ to 1,8 Ga) e durante as orogêneses do Ciclo Uruaçuano (1,3 to 1,0 Ga) e Brasileiro (0,75 to 0,5 Ga).

Durante o Fanerozóico o território foi afetado primordialmente por tectônica trativa do chamado Evento Sul-Atlântico (Schobbenhaus *et al.* 1984), que abriu caminhos para incursões marinhas formando bacias intracratônicas que, após o Ordoviciano, se acentuaram por bacias tafrogênicas (bacias tipo *rift*), durante o Jurássico e Cretáceo, quando da abertura do Oceano Atlântico. Este evento originou numerosas feições bacinais que têm importância econômica por serem portadoras de relevantes recursos petrolíferos.

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 dínamos-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 os tentar prever possibilitam demarcar áreas de riscos, evitá-los e proteger as populações que vivem na zona de influência de tais fenômenos. No caso do Brasil, são principalmente: inundações, deslizamentos de terra, desabamento do terreno (em áreas cárnicas) e colapso de rochas; e felizmente, em casos raros, tremores de terra localizados.

2.1. Arqueano

O Eon Arqueano (>3,6–2,5Ga) tem suas rochas expostas em apenas 4,6% da superfície total do território brasileiro. O Eon se representa pelo Paleoarqueano (3,6–3,2 Ga), Mesoarqueano (3,2–2,8 Ga), e Neoarqueano (2,8– 2,5 Ga). A distribuição de seus litótipos é relativamente extensa nos estados da Minas Gerais, Bahia, Goiás e Pará.

O Eoarqueano (>3,6 Ga) foi inferido existir no Brasil, por datações de cristais detríticos de zircão, em alguns sítios isolados.

Os cinturões de rochas verdes os *schist belts* do Brasil, como eram chamados (Ladeira, 1980; 1988), possuem uma abundância de depósitos de Au de tipologia variada desde estilos estratiformes a jazidas filoneanas e veios de quartzo auríferos. Comparecem também depósitos magmáticos de níquel, cobre (cobalto), PGE associados com komatiitos e depósitos de ferro e manganês enriquecidos por processos de meteorização sobrevividos durante o Cenozóico.

Estes núcleos arqueanos encontram-se espalhados nas unidades do embasamento dos Cráton Amazonas e Cráton São Francisco, dos maciços e mesmo dos cinturões móveis neoproterozóicas, como nas províncias Mantiqueira, Borborema, e Tocantins (Delgado et al.2003). No embasamento das províncias sedimentares (Amazonas, Parnaíba, Paraná e Planície Costeira/Margem Continental), não se tem certeza ainda da presença de rochas arqueanas no substrato do Paraná (Bloco/Cráton Paranapanema) e do Parnaíba (Bloco Parnaíba).

Dentre os crátons contemporâneos ao Ciclo Brasileiro, até o momento só não há litótipos arqueanos conhecidos no fragmento cratônico de São Luís e no maciço do Rio Apa.

As exposições mais notáveis, por sua extensão e continuidade de rochas arqueanas ocorrem:

- Na parte centro-oriental e sul do Cráton São Francisco, nos Blocos/ Núcleos Gavião, Jequié, Campo Belo – Cláudio.
- Na parte sul do Maciço Central de Goiás; na parte leste do bloco amazônico nos domínios Rio Maria e Carajás na Província Carajás.

Naquelas regiões foram mapeados numerosos litótipos de alto grau incluindo rochas arco-derivadas, suítes TTGs e ortognaisses de filiação calcialcalina e aparentadas, complexos máfico-ultramáficos, e de terrenos de médio a baixo grau como greenstones e assemelhados, seqüências outras vulcanossedimentares, lavas komatiíticas, etc. Estes tipos de seqüência rochosa assemelham-se àqueles mapeados em todos os outros continentes.

No Cráton Amazonas não são conhecidas rochas arqueanas mais velhas que 3,04 Ga (Souza et al., 2001).

Contudo, na região do Rio Maria, há vestígios de crosta do alvorecer do Arqueano sob a forma de cristais de zircão detrítico contidos em rochas sedimentares análogas às dos grupos Rio Fresco e Gemaque, com idades entre 3,67–2,76 Ga. Nessa região, foi definido entre 3,04 a 2,93 Ga, o primeiro episódio de acreção juvenil. O segundo episódio iniciado há 2,87 Ga marcou-se por extenso plutonismo com trondhjemitos, tonalitos, granodioritos e granitos (Souza et al., 2001; Leite, 2001), caracterizando o Evento Rio Maria (Dardenne e Schobbenhaus, 2001). Após a estabilização, tais plutonitos provavelmente serviram como fonte continental dos sedimentos dos grupos Rio Fresco, Gemaque e da Formação Águas Claras, representado por um episódio de extensão regional a ca. 2,76 Ga.

Além de rochas arqueanas no sudeste do Cráton Amazônico, há também ocorrências no interior dos cinturões móveis paleoproterozóicas, onde são muito comuns indicações de idades isotópicas para protólitos arqueanos.

Ademais, há extensas coberturas paleoproterozóicas do tipo Uatumã, como os grupos Iricoumé, Iriri e correlatos, bem como, do Grupo Roraima e correlatos. Tais indicativos sugerem prováveis substratos razoavelmente estabilizados, para admitir a sedimentação dessas sucessões sobrepostas. É provável que sob elas, trabalhos de detalhe permitam encontrar provas de núcleos arqueanos.

No Cráton São Francisco nas áreas do Supergrupo Rio das Velhas (MG), do sul do Maciço Central de Goiás, do Complexo Contendas–Mirante (BA) há, igualmente, metassedimentos arqueanos, bem preservados, fato que tem permitido a composição de colunas litoestratigráficas e dedução de paleoambientes. Isto acontece geralmente naquelas áreas de afloramentos-chave, que sobreviveram de certa forma aos eventos tectorogênicos proterozóicos. Nestas áreas, Com base naquelas colunas tem sido sugerida para as áreas citadas, existência de núcleos continentais no Arqueano.

No que se refere ao problema supracitado, há, pois, um amplo campo de estudos conjuntos para o SGB e as universidades.

Outras ocorrências são numerosas e muito esparsas no interior de cinturões móveis paleoproterozóicos, que são componentes integrantes do embasamento dos crátons e dos cinturões brasileiros e podem ser antigos núcleos embrionários.

Há várias janelas de erosão que expõem seqüências rochosas do Mesoarqueano e Neoarqueano, com diferentes tipologias, retrabalhadas diferentemente nos ciclos do Proterozóico. Exemplos incluem os terrenos granito-greenstones de Goiás Velho, Crixás, Guarinos; o bloco Jequié com seus vários gnaisses granulíticos; bloco Gavião-Remanso, que provavelmente continua sob os sedimentitos da Chapada Diamantina (Winge, 1968) e de Serrinha-Uauá. E no embasamento dos cinturões do Espinhaço Setentrional, como Paramirim, Riacho de Santana, Santa Izabel.

No extremo sul do Cráton São Francisco, tem-se outro domínio conspícuo de feições representativas; são as exposições desde o embasamento do Cinturão Brasília, a oeste, até o embasamento dos cinturões móveis da Província Mantiqueira, a leste, e cinturões de Araçuaí e Ribeira. No extremo meridional da porção mais estável do cráton, devido ao recuo erosivo do Supergrupo São Francisco, as exposições são famosas internacionalmente, seja pela variedade litológica como ortognaisses, migmatitos, granulitos, *greenstones*; seja pelos estilos estruturais, tais como domos gnáissicos, cavalgamentos, dobramentos, janelas erosionais; seja pela riqueza de recursos de minérios de Au, Fe, Mn.

Palimpsestos de rochas do Paleoarqueano representados por ortognaisses envoltos por ortognaisses mais jovens mesoarqueanos a neo-arqueanos ocorrem no Cráton São Francisco, na Bahia, e na Província Borborema, no extremo oriental do Rio Grande do Norte.

No maciço São José do Campestre, no leste do Rio Grande do Norte, o Complexo Presidente Juscelino e o Metatonalito Bom Jesus constituem o núcleo mais antigo conhecido no Brasil com 3,5 a 3,4 Ga (datação pelo método U-Pb).

Dados importantes recentes de vestígio de crosta eoarqueana no Cráton São Francisco, foram datações de 3,8 Ga apresentadas por Suita et al. (2002) determinadas em cristais detriticos de zircão capturados em unidade metapsamítica do Cinturão de Rochas Verdes Rio das Velhas.

Na região sudeste do país, no fragmento cratônico de Luís Alves com seu prolongamento para norte, Serra Negra cumpre ressaltar o Complexo Granulítico de Santa Catarina do Neoarqueano com litótipos félsicos, máficos e ultramáficos, conjunto que atuou como microplaca nas orogenias do Neoproterozóico. Também há sólidas evidências de protólitos neo-arqueanos ao norte deste bloco, na sua contraparte pré-evolução Brasileira, no Complexo Atuba (gnáissico-migmatítico), do Paleoproterozóico, do maciço de Curitiba.

O exemplo mais meridional do Neoarqueano, no nosso território, está bem estudado no Rio Grande do Sul, na zona de antepaís do Cinturão Dom Feliciano, sendo composto predominantemente de ortognaisses granulíticos do Complexo Santa Maria Chico (2,5 Ga), e intercalações de paragnaisses e de rochas ultramáficas.

No interior do embasamento exposto dos cinturões móveis do Proterozóico têm sido reconhecidos diversos núcleos do Mesoarqueano e principalmente do Neoarqueano e provavelmente outros núcleos serão reconhecidos a medida que os estudos avançarem.

2.2. Arqueano e Paleoproterozóico Indiferenciados

O Cráton Amazônico, constituiu-se por dois escudos o da Guianas e o do Brasil Central. Imensas regiões da porção leste do Cráton Amazonas, na Província Amazonas Oriental possuem seqüências arqueanas e paleoproterozóicas indivisas que carecem de levantamentos geológicos de maior detalhe, devendo estes ser integrados com investigações petroquímicas e datação radiogênica. Tais assembléias rochosas constituem o Complexo Xingu de Silva et al. (1974), nas regiões de Carajás e Rio Maria onde se mapearam gnaisses tonalíticos e granodioríticos, além de granitóides indivisos. O Complexo Xingu é considerado como o complexo basal dessas regiões. Na porção leste do Escudo das Guianas, litótipos análogos foram definidos como Complexo Guianense. Datações indicam que ambos os complexos tem idades que vão do Mesoarqueano Tardio (2,85 Ga/U-Pb; Machado et al. 1991) até o Paleoproterozóico.

Entretanto, o fato torna-se um quebra-cabeça, pois o Complexo Xingu ao norte da Serra dos Carajás, acusou idade paleoproterozóica pelas datações de Macambira et al. (2001) e Santos et al. (2004). Ademais, foi incluída no Complexo Xingu, a Suíte Metamórfica Bacajaí, aflorante a norte da Serra dos Carajás, mas que alguns correlacionam com os granulitos do Complexo Pium com 3,0 Ga/U - Pb (Pidgeon et al. 2000).

O Complexo Guianense (Montalvão et al. 1975), por seu turno, aflora em vastas regiões do Amapá, no limite Amapá-Pará, estendendo-se aos países da fronteira norte do Brasil. Seus litótipos mais abundantes são gnaisses e migmatitos.

As idades-modelo Sm-Nd de litótipos do Complexo Guianense podem ser reunidas em dois grupos distintos: 3,1–3,0 Ga e 2,96–2,85 Ga (Lafon et al. 2000), denunciando a existência de protólitos mesoarqueanos. Idades ^{207}Pb - ^{206}Pb em zircão de tonalito variam de 3,07 a 2,89 Ga e indicam também a presença de crosta mesoarqueana no Amapá

Segundo síntese geocronológica de Schobbenhaus & Brito Neves (2003), monzogranitos paleoproterozóicos, com idade ^{207}Pb - ^{206}Pb de 2,10–2,05 Ga e zircões herdados de 2,6 Ga e idade T_{DM} de 2,6 Ga, provam a existência de crosta neoarqueana durante o evento Transamazônico. Ademais, há rochas com T_{DM} entre 2,48–2,34 Ga. Esses dados atestam que o Complexo Guianense engloba rochas mesoarqueanas a paleoproterozóicas.

Ainda segundo aqueles autores, foram feitas 58 análises isotópicas Sm-Nd e dezessete ^{207}Pb - ^{206}Pb em cristais de zircão isolados de litótipos de ampla distribuição, e relacionados às várias unidades da parte leste do Escudo das Guianas (Domínio Amapá). Esses dados indicam que cerca de 70% das idades T_{DM} são arqueanas; 34% mesoarqueanas, 27% neoarqueanas, 5% paleoarqueanas, e apenas uma eoarqueana.

Quase todas as rochas analisadas têm $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ desde -14 a -37, denunciando relevante tempo de residência crustal prévia dos protólitos. As idades-modelo agrupam-se, sobretudo entre 3,20–2,80 Ga e 2,70–2,60 Ga. Granitóides com T_{DM} entre 2,48 Ga e 2,33 Ga estão inseridos no Complexo Guianense, nas suítes plutônicas paleoproterozóicas e na assembléia metavulcanossedimentar do Grupo Serra Lombarda. Deduz-se, portanto, que no Mesoarqueano, Neoarqueano e no Paleoproterozóico, houve gênese crustal.

2.3. Paleoproterozóico

O Paleoproterozóico, dentre as diversas eras do Pré-Cambriano do país, tem a maior distribuição espacial de área exposta, com cerca de 20% da superfície do território brasileiro.

Cumprir destacar que as associações litológicas arqueanas, em sua maioria, estão posicionadas em arcabouços tectônicos do Paleoproterozóico. Tais vínculos prevalecem nas províncias estruturais de núcleos cratônicos sincrônicos ao Brasileiro e no embasamento das províncias brasileiras; e nos maciços e ou blocos ocorrentes interna ou externamente aos cinturões e, mesmo, no substrato destes. Cordani e Sato (1999) inferiram que 80% da crosta continental da América do Sul já tinham sido gerados no Paleoproterozóico o que é uma dedução plausível.

A separação das massas litosféricas arqueanas daquelas paleoproterozóicas é uma questão por se resolver, em todos os continentes, demandando pesquisas geocientíficas detalhadas cujos resultados têm aplicações geoeconômicas sobre a distribuição global de recursos minerais, incluindo é claro o petróleo. Tal tema seria apropriado a ser assumido pelo SGB/CPRM e conveniado com universidades interessadas.

A transição do Arqueano para o Paleoproterozóico na América do Sul, ficou bem marcada em todos os registros geológicos e com notável riqueza de feições, que assinalaram esta época da história terrestre.

Os quatro grupos principais de eventos de acreção crustal lateral retroreferidos, foram relevantes. O Sideriano Superior (2,35 Ga), cujas ocorrências são pontuais. O Riaciano (2,2–2,1 Ga) e Orosiriano (2,0–1,85 Ga), causadores da aglutinação de Atlântica. O Estateriano/Eo-Calimiano (1,8–1,55 Ga) limitado ao bloco amazônico, gerador da fusão de Columbia. Conforme Brito Neves *et al.* (1996) este último evento competiu, no tempo, com a tafrogênese do Estateriano.

Há ainda outros eventos importantes que sobrevieram, por vezes, em combinação: de acreção vertical da litosfera continental, intraplaca; de plutonismo e vulcanismo anorogênico; e de sedimentação; os eventos extensionais da tafrogênese do Estateriano.

Os estudos indicam que, seqüente à individualização dos núcleos arqueanos, a configuração paleogeográfica da crosta continental estável foi sofrendo incrementos durante o Paleoproterozóico. Tal ocorreu sob novas condições da geodinâmica externa como um todo, envolvendo a atmosfera, hidrosfera e a biosfera.

O primeiro estágio de formação destas bacias apresenta notáveis sucessões sedimentares de ambientes estáveis. Por exemplo, conglomerados oligomícticos e monomícticos, arenitos ortoquartzíticos, formações ferríferas bandadas. Tais rochas, mais tarde deformadas e metamorfoseadas nos cinturões orogênicos riacianos e orosirianos, não perderam, ainda assim, as suas feições originais de depósitos de plataformas estáveis.

Do mesmo estágio são várias ocorrências de unidades vulcanossedimentares de ambiência tectônica bastante variada como as relacionadas a arco de ilha, a trincheiras oceânicas, que afloram tanto no Cráton do São Francisco quanto no bloco Amazônico.

Cumprir ressaltar Magmatismo Uatumã do Brasil que é o registro mais expressivo de formações vulcânicas e subvulcânicas do mundo, com sedimentos subordinados, que se espalhou originalmente por mais 1.000.000 km², por todo o Escudo das Guianas, eclodido diacronicamente entre 2,0 Ga e 1,860 Ga. Ele recebeu várias designações locais, mas é o nome Uatumã que esta se firmando internacionalmente.

Alguns inferem que a *Provincia Uatumã* tenha sido gerada a partir de magmas derivados em consequência do subplaqueamento da astenosfera como resposta ao grande crescimento da litosfera, pelas colagens riaciana e orisiriana.

Sobre estes *traps* vulcânicos evoluiu o segundo estágio amplo de formação de bacias sedimentares. Ao norte tem-se Roraima – Urupi e equivalentes. E ao sul da Amazônia, a bacia de Beneficente, de Gorotire, de Buiuçu, de Triunfo. Tais bacias cobrem centenas de milhares de quilômetros quadrados de extensão; as espessuras já conhecidas localmente, do total da coluna sedimentar, alcançam mais 3.000 metros.

Levantamentos sistemáticos da estratigrafia das bacias são necessários para conhecê-las com pormenor. Tais sedimentos continentais e marinhos rasos, todos eles, em quase sua totalidade, em condições ortoplateformais, preservaram de forma extraordinária as feições destas condições, desigualmente do primeiro estágio acima citado, permitindo-lhes sobreviver, quase que na forma integral, em que foram gerados, às diversas perturbações tectônicas a que foram submetidas durante o remanescente do Proterozóico.

O *estágio Roraima* foi sucedido por uma tectônica tafrogênica com vários rifts; estes são muito relevantes e expressivos, não só para a América do Sul, mas também em termos mundiais. A tafrogênese do Estateriano tipificou-se por: magmatismo basáltico em Avanavero, Crepori, Pedras Pretas, Flórida, Tandil e outros; vulcanismo félsico em Colider, Rio dos Remédios, Araí, Conceição do Mato Dentro, Amoguijá, além de outros sítios; e granitos anorogênicos como em Lagoa Real, Borrachudos, São Pedro-Nhandú.

A tafrogênese Estateriana originou sucessões sedimentares cratogênicas do Mesoproterozóico nos vários núcleos e “maciços” sinbrasilianos (Brito Neves et al., 1996).

Segundo Schobbenhaus e Brito Neves (2003) “*esta tafrogênese ainda retratava, em segunda versão, a reação da astenosfera à formação das espessas e amplas massas litosféricas do terço inferior e médio do Paleoproterozóico*”.

Os autores referidos ressaltam que embora predomine a tectônica formadora de bacias e de intrusões anorogênicas, é possível que, localmente, as forças extensionais dessa tafrogênese tenham sido de tal magnitude a causar suficiente extensão para permitir ascensão de magma e gerar litosfera oceânica; tal inferência é sugerida por afloramentos na região a oeste de Goiás, Tocantins e em Mato Grosso. Esta é particularmente uma região alvo, para estudos geocientíficos, mormente se for ponderado a presença de substrato oceânico descoberto na contraparte laurentiana (cinturão huroniano).

2.4. Mesoproterozóico

Nos domínios da Plataforma Sul-Americana, a sobreposição da tectogênese brasiliana tem sido evidenciada nas coberturas cratônicas do Mesoproterozóico, nos grupos Canastra e Chapada Diamantina, e, também, no interior dos cinturões móveis neoproterozóicas, como no Grupo Serra da Mesa.

No Cráton Amazonas, os levantamentos geológicos, conquanto de reconhecimento, evidenciaram um dos maiores e mais ricos registros do Mesoproterozóico do mundo. Eventos cratogênicos de plutonismo anorogênico, instalação e evolução de bacias sedimentares com sucessão de **quartzitos**, **pelitos** e **carbonatos** (seqüência tipo **QPC**), já haviam iniciado no Orosiriano, quando se completou o desenvolvimento do anterior supercontinente Atlântica, atravessando todo o Mesoproterozóico e alcançando no tempo o Eo-Neoproterozóico.

Estes eventos intraplacas envolveram mais ou menos coevos ao processo de quelogenia dos cinturões móveis proterozóicos da região oriental, onde ficava o núcleo arqueano de Carajás - Rio

Maria para oeste; das suítes graníticas e sieníticas Iriri-Iricoumé e correlatos (pré, sin e pós-Evento Uatumã); para as suítes graníticas e alcalinas entre 1,4–1,2 Ga e 1,0–0,86 Ga, de Rondônia, Costa Marques, Guapé.

Modo evolutivo análogo ocorreu com as sucessões sedimentares e vulcanossedimentares, das bacias de Roraima (> 1,875 Ga) e de Buiçu, Triunfo, Gorotire, Beneficente mais a leste, algo mais jovens (~1,780 Ga) e mais a oeste, para os sedimentos de Dardanelos/Palmeiral e Suíte Intrusiva São Lourenço–Caripunas (1,3 Ga), de idades entre 1,2–1,1 Ga, ou mais jovens.

Geraldes et al. (2001) e Van Schmus (2001) enfatizam que, no âmbito mais ocidental da Amazônia, têm-se os registros orogenéticos mesoproterozóicos mais completos e fidedignos da América do Sul, representados pelas acreções de Cachoeirinha (1,580–1,520 Ga), assim como de Santa Helena e Rio Alegre (< 1,520 Ga).

De idade posterior, há a descrição de um *ciclo de Wilson*, com o estágio de rift e sucessões sedimentares de Sunsás em Aguapeí, na região extrema do SW de Mato Grosso; o estágio de abertura oceânica mais a NW, marcado pelo Grupo Nova Brasilândia, ao longo do Vale do Guaporé. Este ciclo de Wilson foi concluído ao redor de 1,1 Ga (Rizzoto et al. 1999). Tal fato ensejou o processo geotectônico no âmbito do supercontinente Rodínia, originando os amplos sedimentitos de Palmeiral, Dardanelos e correlatos, da transição do Mesoproterozóico para o Neoproterozóico, com a sedimentação de vastas coberturas associadas com granitos jovens de Rondônia, Guapé, Costa Marques, etc. bem como intrusivas e vulcanitos básicos relacionados de Nova Floresta, Arinos, e outros.

Estes fenômenos tectônicos do sudoeste da Amazônia assemelham-se a outros estudados nos blocos de Laurentia e Báltico (Van Schmus, 2001). Geraldes (2008) considera que os bordos do Cráton Amazonas não têm registro de processos responsáveis pela amalgamação do Pangea. Ele apresenta dados de que também que os sedimentos da formação Água Clara que são intercalados com rochas vulcânicas (1,97-1,92 Ga) da região de Carajás não apoiam a participação delas na massa continental arqueana do hipotético Supercontinente Ur.

No Cráton São Francisco entre 1,8–1,6 Ga (Estateriano) os rifts foram tomados por espessas e conspíquas sucessões sedimentares como as do Supergrupo Espinhaço (MG-BA), e as dos grupos Araí e Natividade (GO). Formaram-se também diques básicos e plutonitos graníticos; são possivelmente, contemporâneas varias rochas máfico-ultramáficas, como as integrantes dos grandes complexos de Niquelândia, Barro Alto e Canabrava.

Supõe-se que nestas bacias estabelecidas no Paleoproterozóico, a construção de seu empilhamento sedimentar avançou sob condições de sinéclises durante a maior parte do Mesoproterozóico. Durante tal evolução houve intrusões de diques e corpos básicos de menor monta, até o evanescer do Esteniano.

É notável a potência das rochas sedimentares do tipo QPC. A pilha estratigráfica pode ultrapassar, em alguns sítios, os 5.000 metros! Ademais, os litótipos têm conspícua abundância de estruturas primárias muito bem preservadas; ademais, exibem deformação muito moderadas, exceto nas zonas marginais cratônicas onde têm feições superpostas pela tectônica do Ciclo Brasileiro. Estes atributos têm favorecido definir cabalmente a evolução das bacias, com os estágios de rift, fluvial, transicional e marinho raso. Os melhores exemplos são os da Chapada Diamantina (BA) e Paranoá (GO e DF).

Uma tectônica, talvez alpinótica passando para germanótica, foi seguida de lenta e longa erosão que perdurou por mais de 200 Ma. Na Bahia estes sedimentos do Mesoproterozóico são separados das primeiras transgressões sedimentares que acabariam por constituir os grupos Bambuí, Macaúbas, Unai (Supergrupo São Francisco). Nestes tempos deu-se a glaciação Sturtiana, cuja *inlandsis* (calota glacial continental) ocultou quase tudo o que viria a ser o Cráton São Francisco;

estabeleceram-se as sucessões sedimentares dos cinturões móveis brasileiros que envolvem perifericamente o cráton. Na Bahia, as feições deformativas daquela tectônica são bem nítidas, com lineamentos estruturais ortogonais àqueles do Ciclo Brasileiro. A solução dos problemas demanda levantamentos de detalhe, tanto geológicos como geocronológicos.

Em Minas Gerais, a tectônica em foco não apresenta feições estruturais nítidas. Contudo, a fase de erosiva antecedendo a sedimentação do Neoproterozóico, isto é dos grupos Macaúbas e Bambuí é inegável; ademais são evidentes os diques máficos do conhecido Magmatismo Pedro Lessa, intersectando os litótipos dobrados do Supergrupo Espinhaço. Todavia até agora, não há exposições de diamictitos, margas e argilitos do Supergrupo São Francisco em que tais litótipos sejam claramente interceptadas pelos diques.

No centro-norte de Goiás um fenômeno tectônico pré-Brasílico (aprox. há 1,350 Ga) parece ter afetado os complexos máfico-ultramáficos, conforme Correia (1994) e Winge (1995), com base em algumas informações estruturais e isotópicas. Contudo, tal hipótese tem sido contraposta por muitos outros autores. Os eventos orogênicos há muito batizados de Espinhaço e Uruaçuano, ou outros termos, causam polêmicas sendo um problema aguardando dados mais consolidados.

Nas províncias estruturais brasileiras, o melhor exemplo de uma cinturão móvel do Meso-Neoproterozóico consiste no Cariris Velhos em seus ortognaisses e nas seqüências vulcanossedimentares. A representação deste Ciclo de Wilson se estende do Piauí Oriental às costas da Paraíba (WSW–ENE, por cerca de 800 km), com diversificado e típico acervo litoestratigráfico, desde unidades ofiolíticas até granitóides peralcalinos pós-colisionais, cujos protólitos foram bem definidos, embora obliterados pelos efeitos sobrepostos causados pelo Ciclo Brasileiro (Schobbenhaus e Brito Neves, 2003).

Segundo Schobbenhaus e Brito Neves (2003) a evolução do Cinturão Cariris Velhos ocorreu entre o final do Esteniano mais Superior (~ 1,05 Ga) e o início do Toniano (0,970–0,950 Ga), sendo considerado um ramo orogênico complementar da articulação de Rodínia. Neste intervalo temporal geológico tal evolução conviveu e competiu no resto do continente com a Tafrogênese Toniana, a primeira das fases extensionais responsáveis pela fissão de Rodínia e instalação dos processos orogênicos do Brasileiro–Pan-Africano. Algumas outras unidades litoestratigráficas de cobertura dentre diversos tipos, altos internos e plutonitos (granitóides, gabroanortositos) do Mesoproterozóico da Borborema (no Ceará, Pernambuco) foram totalmente envolvidas na deformação do Ciclo Brasileiro, após uma origem e história cratogênica de muitas centenas de milhões de anos. Há vários outros exemplos em estudo nas demais províncias brasileiras, como na Mantiqueira.

No embasamento da Província Tocantins litótipos vulcanossedimentares, graníticos, alcalinos, e gabroanortositos têm sido atribuídos ao Mesoproterozóico, mas faltam dados geocronológicos fidedignos, por estarem obliteradas pela superposição tectônica do Ciclo Brasileiro com uma estrutura profunda complicada (Berrocal et al., 2004; Soares et al., 2006). Além disso, na Província Tocantins tem sido postulado a existência de margens continentais passivas do tipo Atlântico que seria simbolizada pelos grupos Paranoá e Canastra, que representariam uma borda ocidental do Cráton/Continente São Francisco no Esteniano. Estas unidades de plataforma carbonática foram deduzidas como sendo do Mesoproterozóico. Mas, faltam, ainda, dados geocronológicos.

2.5. Neoproterozóico

Segundo Schobbenhaus e Brito Neves (2003) a história do Neoproterozóico é a evolução de um ciclo supercontinental com destruição de um supercontinente e posterior reconstrução de outro. Tal história, em todos seus capítulos fundamentais e de eventos interconectados pode ser lida nos

registros preservados de forma excepcional no embasamento da Plataforma Sul-Americana, complementada com o acervo de dados produzidos por geólogos que têm estudado a Plataforma Africana. O ciclo supercontinental trata da separação diacrônica (tafrogêneses do Toniano, Criogeniano, em sua totalidade, e parcialmente do Neoproterozóico III) do supercontinente Rodínia.

Há muitas idéias em fluxo sobre o assunto, devido aos avanços recentes das pesquisas. Por exemplo, Li et al. (2008) apresentam síntese sobre o Rodínia acompanhada do primeiro mapa geodinâmico do mesmo, alicerçado em dados paleomagnéticos e correlações de províncias de embasamento, evolução orogênicas, áreas de proveniência de sedimentos, inserção de rifts continentais e margens passivas e documentação de plumas mantélicas dentre estas as plumas das Grandes Províncias Ígneas. Segundo estes autores, Rodínia se agrupou através de eventos orogênicos sincrônicos por todo o planeta entre 1,300 e 0,9 Ga, com a maioria dos blocos continentais, existentes à época fazendo parte do processo. Segundo o modelo dos autores a aglutinação foi por acresção ou colisão de blocos continentais em volta da margem do continente Laurentia.

Tal como o supercontinente Pangea, após sua completa aglutinação, o supercontinente Rodínia perdurou por cerca de 150 Ma. Tal permanência ensejou-lhe a isolamento térmico do manto, favorecendo que sob ele, se criasse, no manto, uma intumescência ou mesmo uma pluma mantélica, 40-60 Ma após aquela aglutinação. Estes fenômenos provocaram extensos rifts entre 825 e 740 Ma com episódios plúmeos há 825 Ma, 780 Ma e 50 Ma. O quebraimento de Rodínia sobreveio diacronicamente. O primeiro grande quebraimento sucedeu ao longo da margem de Laurentia, na sua topologia atual, talvez já precocemente há 750 Ma. Um processo de rifteamento surgiu ao longo do Cráton Amazonas e da margem sudeste de Laurentia quase que sincronicamente, mas tal fenômeno só levou ao seu divórcio por volta de 600 Ma. Ao redor deste tempo os continentes ocidentais do Gondwana já estavam se agrupando, conquanto a fusão completa do supercontinente Gondwana só iria consumir-se ao redor de 530 Ma.

Schobbenhaus e Brito Neves (2003) destacam a diacronia dos processos interativos dos fragmentos e placas derivadas de Rodínia que deduzem ter sido considerável, de uma parte a outra do amplo cenário de acreções e colisões causadas pela fusão de Gondwana. As evidências decorrem das análises tectônica e geocronológica das principais províncias estruturais que vieram a se formar, no caso Borborema, Tocantins, Mantiqueira (setor norte e sul) e Pampeana.

Para mostrar sua assertiva, Schobbenhaus e Brito Neves (2003) sintetizam em uma tabela, a integração diacrônica de eventos de interação/orogênicas nas quatro províncias citadas, relacionando feições dos prováveis fatos deste ciclo supercontinental.

Mas, onde estão as estruturas pré-Brasilianas, do Arqueano ao Mesoproterozóico?

A natureza as preservou, em diferentes graus no interior: dos crátons sinbrasilianos, que são os fragmentos maiores da separação dos maciços e palimpsestos do embasamento. Os fragmentos menores da fissão se preservaram entre os cinturões dobrados e mesmo internamente a muitos deles.

Os fragmentos derivados de Rodínia atuaram como placas, microplacas, microcontinentes no ciclo supercontinental Neoproterozóico. Outros fragmentos da *filogenia* de Rodínia se encontram estirados no substrato sílico dos cinturões móveis formados no Ciclo Brasileiro.

Os afloramentos do embasamento dos cinturões móveis do Ciclo Brasileiro em janelas estruturais e erosivas incluindo nelas outros tipos de soerguimentos, altos ou domos, evidenciam que entre eles predominam unidades litoestruturais do Paleoproterozóico. Têm sido identificados, em certos casos, arranjos litoestruturais gerados no Paleoproterozóico, que participaram com relevância da infra-estrutura de cinturões móveis do Neoproterozóico. Tal tem sido registrado ora na periferia dos crátons sinbrasilianos e, por vezes, mesmo em situação distal dos mesmos e incluem coberturas vulcanossedimentares e plutonismo anorogênico do Estateriano e posteriores.

Os depósitos gerados pela desaglutinação de Rodínia foram bastante diversificados como: na sua forma genética, dimensões e proporções; em grau de estiramento crustal, natureza de litosfera gerada, no quadro de arranjos paleogeográficos; intensidade de vulcanismo ou orogenia. Ademais, os processos evolutivos ocorreram em diacronia, a partir palimpsestos tafrogenéticos da transição do Meso-Neoproterozóico ao terço inferior do Neoproterozóico III.

Os levantamentos geológicos têm permitido identificar: sítios paleogeográficos de rifts e sistemas de rifts; aulacógenos; mares epicontinentais e trechos oceânicos significativos; margens passivas envolvendo os limites dos crátons sinbrasilianos.

Muitas deduções são derivadas de estudos de miríades de afloramentos ao longo do sudeste do bloco amazônico e do bloco do Pâmpia, bem como, a oeste e leste do bloco da África Ocidental, com contrapartida no Brasil e ainda circunscrevendo quase inteiramente os blocos do São Francisco e do Kalahari (**Figura 3**). Tais são as construções apresentadas por exemplo por Cordani et al. (2000); Schobbenhaus e Brito Neves (2003) e Delgado et al. (2003).

Os oceanos e braços oceânicos inferidos têm recebido vários nomes, tanto quanto são os autores que os tem estudado, e.g. Adamastor, Brasilides, Farusiano, Goianides e outros. Contudo, muitas pesquisas integradas são imprescindíveis para se poder esboçar um modelo paleogeográfico próximo daquele estabelecido para o caso do Neoproterozóico.

Os crátons e “maciços” sinbrasilianos com marcas hereditárias de Rodínia foram palco de crescimento de conspícuas feições: estruturas litosféricas; arcos de ilhas, como em Mara Rosa; e, também, de arcos magmáticos cobrindo um intervalo temporal de 930 Ma até 600 Ma, cujos exemplos são Três Córregos – Cunhaporanga, Agudos Grandes, Pien e Pelotas e outros. Portanto, há evidências de fenômenos colisionais quando do cenário terminal da colagem do Ciclo Brasileiro e aglutinação do Gondwana.

A acreção crustal do Ciclo Brasileiro é um problema aberto por falta de dados exatos. Contudo, há informações relevantes indicadoras de ativação e regeneração afetando de modo diverso: domínios preexistentes ao ciclo Brasileiro; contornos, zonas interiores e cinturões de deformação de domínios cratônicos; cinturões móveis do Paleoproterozóico e Mesoproterozóicos; e de coberturas sedimentares.

Como exposto anteriormente, há até mesmo coberturas paleoproterozóicas e mesoproterozóicas constituindo *schist belts* de cinturões brasileiros (e.g. Ceará Central, Jaguaribe, Araçuaí em parte), após uma história cratogênica prévia de muitas centenas de milhões de anos.

A geração de granitóides deixou assinatura significativa em algumas províncias como a de Mantiqueira e de Borborema. Este plutonismo granítico atingiu domínios do embasamento precedentes ao Ciclo Brasileiro e seqüências rochosas supracrustais do mesmo. Cordani e Sato (1999) estimam acreção crustal, por adição de rochas juvenis menores que 10% o que conforma com avaliações de Condie (2002) de 6% concernentes a outros continentes.

Com base no exposto fica claro que o Ciclo Brasileiro imprimiu intensas deformações, estilos estruturais, retrabalhamento e/ou superposição de processos associados, sobre acreção crustal. Tais processos foram formatadores do substrato Pré-Cambriano da Plataforma Sul Americana, incluindo a configuração das superprovíncias mencionados do Pré-Brasileiro e Brasileiro.

Nas zonas interiores dos crátons formaram-se corredores de deformação, como em Paramirim; impactógenos exemplificados em Tucavaca/Bolívia, Bacia Campo Alegre/ Grupo Itajaí; e enxames de diques máficos e ultramáficos como os do Vale do Curaçá, e em Piranhas no Vale do Tapajós; e magmatismo máfico-ultramáfico como em Oriximiná.

Nas zonas de deformação marginal dos crátons do embasamento pré-Brasiliano as formas estruturais demonstram que o processo tectônico foi de pouca a forte intensidade, neste caso último, reestruturando completamente feições antigas que deixaram somente vestígios (Ladeira, 1976; Ladeira & Amaral, 2001). Instalaram-se bacias de antepaís preenchidas por sedimentos das fases pré-orogênica e pós-orogênica, como molassas que se acompanham por rochas vulcânicas e plutônicas de fase terminal.

No interior dos cinturões móveis brasileiros abriram-se intrafossas e rifts gerados por processos transtracionais que foram entupidas por pilha de depósitos pós-orogênicos cuja espessura atinge milhares de metros. Estes perlongam o front dos cinturões de cisalhamento marcados por nítidos lineamentos, em vários tipos de imagens, reconhecidos desde os tempos de Kegel (1957).

Tais lineamentos existem em todas as províncias e são responsáveis pela última formatação geoestrutural das mesmas. Ademais, em etapa posterior, controlaram marcantemente os depocentros de sinéclises e delimitaram bacias interiores do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico e foram reativados com numerosos estilos deformativos durante a tectônica no Fanerozóico.

2.6. Paleozóico

Os últimos efeitos tectônicos do Ciclo Brasileiro se dissipavam quando se processavam os episódios de sedimentação fanerozóica da Plataforma Sul-Americana.

As estruturas tectônicas dos extensos pacotes sedimentares, do alvorecer do Fanerozóicos até ao Triássico, têm sido deduzidas como causadas pelo Ciclo Brasileiro, notadamente em termos dos primeiros rifts do Estágio de Transição. A causa seria o relaxamento térmico da litosfera após o Ciclo Brasileiro tipicamente muito quente devido à sua característica e ubíqua granitogênese.

Ao estágio inicial paraplataformal, conhecida como *transição alfa*, sobreveio uma longa etapa do Ordoviciano ao Triássico, com numerosos estágios em condições ortoplataformais, com pelo menos, três amplos ciclos de sedimentação.

As sinéclises paleozóicas devido à subsidência térmica, estabeleceram-se no decorrer do segundo estágio, sob condições ortoplataformais, sobre o Supercontinente Gondwana cujo substrato rochoso mostra estruturas afetadas ou não pelo Ciclo Brasileiro. As configurações superficiais finais são elípticas e subcirculares, com área superior a 500.000 km² e os depocentros tem até 7.000 metros de profundidade e médias de 4.000 a 5.000 metros. Esta sedimentação não foi restrita às sinéclises brasileiras, onde as colunas estratigráficas são mais potentes e a expressão geomórfica bacinal mais contundente, como Acre, Solimões, Amazonas, Parnaíba, Paraná, Chaco/Paraná, mas cobriram grande parte do Gondwana. Há testemunhos vestigiais da mesma na Amazônia e.g. bacias do Alto Tapajós e Parecis; e até a Patagônia, onde exemplos são as bacias de Claraomecó, Neuquén, Austral e Malvinas. As sinéclises têm, igualmente, equivalentes no continente africano e indiano.

As seqüências do Gondwana ocorrem ocasionalmente, vinculadas às seqüências das bacias interiores e das bacias costeiras da margem continental, envolvidas pela tectônica do Meso-Cenozóico, quando estas últimas foram geradas. A coluna estratigráfica, desta importante cobertura sedimentar, indica que uma parcela das colunas sedimentares foi exposta à erosão a partir mesmo do Paleozóico, e, sobretudo, após o Triássico, mas também além, ao longo dos eventos tectônicos, epirogenéticos e outros que esculpiram o relevo do Brasil (King, 1957; Braun, 1971; Barbosa, 1980). Uma plêiade de dados desta cobertura sedimentar indica que não houve condições para que nela se formassem *traps* estruturais, em sinéclises e rifts.

Algumas das grandes bacias têm rifts prenunciadores do Estágio de Transição. Graças à proteção das sinéclises e das coberturas paleozóicas que as diversas bacias, rifts, intrafossas, estruturas de rompimento deste estágio puderam ter seus registros mais significativos preservados. Sem tais blindagens sedimentares protetoras do Paleozóico, as coberturas do estágio de transição

teriam sido totalmente destruídas ou restringidas em seus atributos geológicos e dimensões fisiográficas. Tal preservação é uma característica do Cambro-Ordoviciano da Plataforma Sul-Americana.

As grandes bacias sedimentares paleozóicas têm sua arquitetura interna complexa com subdivisões, como domos, arcos, antéclicles conformados durante a tectônica do Ciclo Brasileiro ou gerados no Meso-Cenozóico. Nesta época, elas sofreram intensa tectônica e magmatismo basáltico e alcalino. Com a quiescência do magmatismo durante todo o Paleozóico as bacias foram sítios de deposição, principalmente, de sedimentos siliciclásticos maduros, participação local de sedimentos carbonáticos e raros evaporitos, como no Carbonífero da Amazônia.

Evidências de diversos episódios de glaciação foram descritas na coluna do Ordoviciano paranaense, no Devoniano do Solimões e Amazonas. E no Carbonífero Superior, cujo registro glacial mais conspicuo aflora no Paraná.

Relevante para o estudo sobre as variações climáticas presentes e futuras é que em todas as bacias a evolução das condições climáticas pretéritas deixou seu testemunho que demonstra claramente condições glaciais iniciais mudando para muito frias, frias e posteriormente quentes, indicadas pela deposição de camadas vermelhas ou red beds e atingem o clímax com evaporitos no topo da coluna estratigráfica.

A situação geral foi de ortoplateforma estável, com raras e locais instabilidades tectônicas, que vão crescer só ao término do Paleozóico, quando se iniciaram as manifestações magmáticas anunciando novo estágio evolutivo.

Duas seqüências sedimentares cratônicas, com mega-ciclos transgressivos e regressivos razoavelmente integrais do Paleozóico Inferior ao Eo-Carbonífero foram estudadas e chamadas de beta e gama por Soares et al. (1974) e Soares et al. (1978); elas correspondem ao *estágio talassocrático* de Almeida (1969). Tal esquema foi adotado também por Milani e Zalán (1999).

Um terceiro megaciclo sedimentar cratônico, estendeu-se do Carbonífero Superior ao Triássico e, em alguns, locais durou até o Jurássico–Cretáceo. O registro deste ciclo constitui a *Seqüência Delta* daqueles autores. O ambiente é praticamente continental, com sedimentos marinhos locais importantes. Predominam sedimentos siliciclásticos, destacando-se camadas de *red beds* e depósitos eólicos com o clímax de formação de desertos continentais extensos como atestam o Botucatu, Sambaíba e outros.

A partir do Triássico médio, as sinéclises passaram por total reestruturação e grandes fissuras ensejaram atividade magmática básica; esta eclodiu na Amazônia ao redor de 200 Ma, no Jurássico, mas o clímax se deu no Eo-Cretáceo Vulcanismo Sardinha–Serra Geral, quando ocorreu dos maiores fenômenos traps vulcânicos da história do nosso planeta, com derrames sucessivos de lavas basálticas que foram se empilhando e formaram os famosos *traps* do Paraná.

A tectônica global com as placas tectônicas interagindo, a norte, sul e oeste da América do Sul, e a evolução do Oceano Atlântico iniciada em 180 Ma, ativou tectonicamente a Plataforma Sul-Americana, afetando-lhe o embasamento e os depósitos de cobertura; reformatou-lhe, ademais, as sinéclises, criando outras novas bacias interiores e costeiras, em condições paraplataformais. É a Ativação Sul-Atlântica de Schobbenhaus e Campos (1984) ou chamada também, de Ativação Mesozóica, sendo um fenômeno global, vinculando-se aos processos de interação e acresção da Plataforma Sul-Americana, também com atividade magmática e relacionam-se ao processo de separação do Supercontinente Pangea e o início do fechamento do Oceano Pacífico.

A evolução das sinéclises findou com este estágio de potente reconfiguração tectônica e das sucessões sedimentares, as quais foram intrudidas por diques alimentadores de grandes derrames. Neste estágio o registro sedimentar é esparso e tem estruturas marcadoras de condições de instabilidade tectônica; o registro estratigráfico foi alcunhado de Seqüência Epsilon por Soares et al. (1978).

A história das sinéclises equipara-se à história de dois supercontinentes; a do Gondwana começou após sua consolidação, a do Pangea, terminando com a sua desarticulação.

Evoluindo, pouco a pouco, do Aptiano para o resto do Cretáceo, o regime tectônico mudou drasticamente para mais estável, até mesmo para as bacias de margem continental do Atlântico, onde um estágio de relaxação tectônica substituiu o anterior de anomalias termais falhamento e rifteamento.

Vários autores já compararam as bacias semelhantes produtivas de óleo e gás, do hemisfério norte (Milani e Ramos, 1998; Milani e Zalán, 1999) com as sinéclises da Plataforma Sul-Americana e concluíram que elas são depositórios pouco significativos para recursos de hidrocarbonetos. No entanto, elas são importantes para recursos hídricos subterrâneos, pois têm potentes aquíferos.

2.7. Mesozóico

Termina no Triássico a evolução do supercontinente do Pangea, e seqüente, se estabelece um outro ciclo que conduziu a eclosão de tafrogênese e separação continental, ainda em curso em nossos dias, responsável pela formação do Atlântico e de outros oceanos meso-cenozóicos.

Estes eventos receberam vários nomes: Reativação Wealdeniana, (Almeida, 1969), Evento Sul-Atlântico (Schobbenhaus e Campos, 1984), Ativação Mesozóica (Almeida e Carneiro, 1989).

A ativação foi uma sequenciação poderosa e complexa de eventos tectônicos, sedimentares e magmáticos, com relevantes resultados de gênese de bens minerais. A ativação eclodiu a partir do Permo-Triássico, foi diacrônica e constituiu a parte mais notável de eventos globais que, presentemente, decorrem em condições mais *brandas*. Destes, os fenômenos atuais que mais chamam a atenção da *mídia* e, por isto, tornam-se populares por serem catastróficos e temidos, são os vulcões ativos e as atividades sísmicas, como terremotos e maremotos.

Este ciclo, cuja primeira parte ocorreu no Triássico Superior e Jurássico, foi assinalado por lacunas estratigráficas e pouca e localizada deposição de unidades sedimentares.

A segunda parte transcorrida em tempos do pós-Jurássico Superior, a partir do final do Jurássico ou Títoniano é, ao contrário, marcada notavelmente e abundantes feições geológicas e felizmente acompanhada pela geração de bens minerais.

O fato mais relevante foi o do desenvolvimento da margem continental passiva, quando foram gerados os oceanos Atlântico Equatorial, Central e Austral, sob condições díspares até certo ponto, como: a) intervalos de tempo, natureza e composição do substrato; b) tectônica geradora e deformadora; c) estágios estratigráficos, d) magmatismo; e) justaposição dos substratos na transição para o Cenozóico.

Os magníficos lineamentos da fase de extrusão tectônica das províncias brasileiras e suas correlatas pan-africanas foram reativados fortemente, com grandes rejeitos verticais. Por isto em algumas bacias do interior da Borborema podem ser discriminadas falhas geradas no Mesozóico daquelas rejogadas, mas geradas no Brasileiro, que tem em geral espessas zonas miloníticas em níveis crustais rasos (Destro et al.1994).

Muitas coberturas sedimentares paleozóicas e mesozóicas estão reestruturadas em alguns sítios ao longo dos traços de falhas brasileiras, com vários exemplos por todo Brasil, notadamente ao longo do lineamento Transbrasiliano como nos sítios de Jaguaribe, Patos-Malta, Afogados da Ingazeira, Pernambuco; em Sobral, há numerosas evidências de reativação do lineamento Transbrasiliano, algumas vezes, desde o Proterozóico até o Meso-Cretáceo (Destro et al. 1994).

Aos lineamentos associam-se vários estágios de sedimentação, separados por discordâncias inter-regionais de diferentes fases tectônicas e estilos correspondentes, com distintas etapas de magmatismo.

Nas bacias da margem continental, como se faz usualmente, com as bacias do interior do continente, discriminam-se em geral três estágios evolutivos distintos, sobrepostos discordantemente a um contexto inicial Paleozóico/ Eo-Triássico. É chamado de “estágio” pré-rift ou de sedimentos do supercontinente, usando-se o modelo de seqüências alfa, beta, gama, delta.

No caso das bacias da margem continental do Brasil a seqüência do estágio de rift, ou lacustre, começou no Jurássico Superior e tem recebido o nome de sin-rift I. As estruturas são falhas trativas com geração de grabens e acumulações de sedimentos siliciclásticos imaturos, contemporâneos de fase importante de magmatismo basáltico.

Seguem-se os estágios sin-rift II e III datados do Neocomiano e Barremiano em um continuum com o anterior com a os sedimentos continentais preponderando, mas tectônica extensional, estendendo-se por todo o interior do continente aquietando-se aos poucos e findando.

Com características transicionais tem sido descrito um segundo estágio evolutivo, com a mudança das condições de sedimentação continental para quase-marinhas, em condições quase atectônicas no Aptiano-Albiano. Os relevos foram aplainados, favorecendo deposição nas bacias da margem continental de sedimentos siliciclásticos, carbonáticos, evaporitos e folhelhos negros, sugerindo o estágio proto-ocêânico ou de golfo.

Após o estágio de ativação tectônica a sedimentação interior do continente se processou sob novas condições seja ocorrendo nos centros bacinais maiores e profundos estruturados previamente pela tectônica, seja avançando amplamente até transgredir generalizadamente os antigos bordos das sinéclises. Representantes são as unidades sedimentares de Alter do Chão, Itapecuru/Codó, Exu, Marizal, Bauru. A estabilidade tectônica que foi lentamente restabelecida ensejou um novo ciclo de geração de bacias e de sedimentação continental, designada de Seqüência Zeta (Soares et al. 1978), sobre uma discordância de caráter inter-regional.

Os parâmetros da sedimentação foram obviamente muito variáveis, considerando-se o amplo e distinto cenário geológico, indo do interior da massa de terra firme à plataforma continental da etapa proto-ocêânica à de mar aberto. Por outro lado, o magmatismo basáltico trapeciano foi substituído pelo magmatismo alcalino, mais localizado e especializado.

Do Mesozóico para o Cenozóico a transição das condições tectônicas, sedimentares e magmáticas foi lenta e gradual. O Mesozóico foi não só relevante pelas suas atividades magmáticas extrusivas e intrusivas. Ele é importante do ponto de vista econômico porque durante seu transcurso sobrevieram importantes gerações de rochas hospedeiras de recursos minerais.

A atividade magmática alcalina e peralcalina produziram rochas máficas e félsicas, e relevantemente carbonatitos (**Figura 4**). Este fenômeno sucedeu-se, em parte, penecontemporâneo com as atividades basálticas, no intervalo temporal de 133–120 Ma e avançou por todo o Cretáceo. Guimarães (1931,1951) já chamava atenção para este fato, seguido por estudos de Licínio Barbosa (1969), Grossi Sad (1968), Ladeira e Brito (1969) Danni (1974); Danni et al. (1982) Almeida (1983), Ulbrich e Gomes (1981); Routhier (1983), Piccirillo et al. (1988), Danni et al. (1991), Marini, & Queiroz (1991) e, mais recentemente, Almeida e Carneiro (1989), Marini et al. (2007), Dardenne & Schobbenhaus (2001), Schobbenhaus& Brito Neves (2003); Biondi (2004).



Figura 4: Localização dos principais conjuntos de rochas alcalinas no Brasil.

(Fonte: Biondi, 2004)

Os símbolos, números e nomes em vermelho correspondem aos depósitos minerais que integram o quadro acima. Símbolos diferentes identificam os conjuntos ou complexos de rochas alcalinas com carbonatitos (triângulos), sem carbonatitos (círculos), os kimberlitos (cruzes) e os epissienitos (quadrados). Nessa figura constam, também, os principais rios brasileiros, os limites dos Estados e os principais alinhamentos estruturais que controlam o alojamento das intrusões alcalinas (simplificado de Biondi, 2004). Segundo o presente texto, são tais lineamentos que carecem de melhores estudos.

O magmatismo de filiação tholeiítica e alcalina foi um formidável evento. Ele se manifestou por corridas abundantes de lavas, diques e por soleiras por todos os ambientes das sinéclises e antécises, não só no território nacional, mas invadiu os países meridionais fronteiriços do Brasil. A Bacia Gondwânica do Paraná com uma área de cerca de 1.600.000 km² foi largamente afetada, assim como numerosos pontos ao longo da margem continental, eclodindo ademais nos vários rincões interioranos como da Província Borborema e até a mais de 2.000 km da costa brasileira, no interior de Mato Grosso.

As intrusões kimberlíticas, que se contam às dezenas, constituem outro atributo notável do magmatismo em pauta, como se verá adiante. Elas ocorrem nos domínios cratônicos, mas também nos ambientes que sofreram efeitos do Ciclo Brasileiro.

As informações geológicas quanto à atividade kimberlítica quase não são publicadas, pois, em geral, são de propriedade de mineradoras de diamante, nióbio e afins. Muito se progrediu no conhecimento deste tema, através da interação benéfica, econômica e produtiva desde os trabalhos do antigo DNPM (Guimarães, 1931, 1951) e universidades, convênios com cientistas estrangeiros e serviços geológicos como dos EUA, Canadá e França até e durante os programas da CPRM ainda quando atuava pelo seu estatuto de 1969, e a partir de 1990, como SGB (Barbosa, 1991). Ainda assim tem-se um longo chão a percorrer. Por esta razão, recomenda-se que tais convênios sinérgicos devam ser continuados.

2.8. Cenozóico

O Cenozóico ocupa a maior área superficial do território nacional, cerca de 33,0 %. No entanto, é a era geológica menos estudada do Brasil. As razões dessa situação são várias. Nas regiões mais populosas do país, os estudos geológicos voltados para bens minerais metálicos, concentraram-se em geral em rochas duras, mais facilmente aflorantes e aí, os depósitos cenozóicos, excetuando-se aqueles dos rios (aluviões), ocupam grandes aplainamentos (King, 1956) que eram nas décadas de 1930 a 1970 cobertos por vegetação, que os ocultava. Nestas áreas as pesquisas geocientíficas começaram somente na década de 1970, mesmo assim, acanhadamente.

Nas regiões mais remotas do país, quanto ao que se referem àquelas décadas, como na Amazônia, a falta de dados é maior ainda.

Sabe-se hoje que na Amazônia, têm-se as maiores áreas de afloramentos cenozóicos. Exemplos são aqueles da Formação Içá e da Formação Solimões, nos limites com o Peru e a Bolívia, que equivalem, em área, a vários países reunidos da Europa Ocidental. Se somarmos a estas áreas aquelas dos depósitos cenozóicos das cabeceiras do rio Xingu, Pantanal Mato-Grossense e da ilha do Bananal, o contraste fica mais evidente.

Na área da plataforma houve avanços, mas focados na prospecção de petróleo; e assim mesmo, ao se estudar os testemunhos de sondagem para petróleo que cortavam o intervalo do Cenozóico, este era observado rápida e perfunctoriamente.

Na década de 1990, e neste século, os estudos tiveram um incremento, mas enfocando temas específicos como a neotectônica e as oscilações do nível do mar (Saadi, 1990, 1991, 1993; Hasui, 1990; Riccomini & Assumpção, 1999; Suguio, 1999, 2001, 2008).

Ao se examinar o Cenozóico no Mapa Geológico do Brasil do SGB/CPRM, verifica-se que os depósitos do Neógeno e do Quaternário predominam em relação aos do Paleógeno. Este se limita a áreas menores das regiões sudeste e nordeste. Segundo Truckenbrodt et al. (1982) e Costa (1991), tais depósitos podem existir ocultos sob a base de alguns depósitos detrítico-lateríticos lateríticos maduros da Amazônia.

Como é óbvio, os depósitos cenozóicos no território emerso nacional têm como área-fonte o continente. Algumas poucas camadas do Terciário são marinhas. Os depósitos continentais, quando comparados aos marinhos são, com algumas poucas e notáveis exceções, por serem afossilíferos ou desprovidos de fósseis-índices, são de difícil datação.

Ainda rudimentarmente investigados são os depósitos cenozóicos aflorantes no leque do Xingu, nas cabeceiras deste rio. Os depósitos acumularam-se na Depressão do Alto Xingu (Siqueira, 1989) e descansam sobre estratos paleozóicos da bacia dos Parecis. Foram chamados por Bizzi et al. (2001) de formação Ronuro que os consideraram como pertencentes ao Neógeno-Quaternário.

Outros depósitos detrítico-lateríticos dignos de serem mais bem estudados cobrem de modo amplo, porém descontinuamente, uma grande área da região centro-oriental brasileira. Alguns estudiosos, como Melfi (1997), estimam que tais depósitos perfaçam perto de 75% da superfície do Brasil.

A configuração fisiográfica atual do Brasil resulta de uma evolução geomorfológica que se iniciou no final do Cretáceo, com o soerguimento do continente Sul-Americano (King, 1956; Ladeira & Brito, 1968; Braun, 1971, Loczy & Ladeira, 1976), estabelecendo um longo período erosivo que gerou durante o Eoceno um enorme peneplano (melhor dito pediplano) a famosa e debatida Superfície Sul-Americana de King (1956). Situação semelhante acontece com o continente Africano, particularmente no seu lado ocidental, onde superfícies análogas encontradas no leste do Brasil podem ser vista em certas regiões ocidentais da Angola, Namíbia e República da África do Sul.

Um renovado soerguimento do continente favorece mais um ciclo erosivo e novo aplainamento gera a Superfície Velhas de King (1956), do Plio-Pleistoceno. Forma-se uma nova cobertura de alteritos lateríticos relativamente ricos em óxidos de ferro e alumínio (Barbosa, 1980; Melfi, 1997).

Esse soerguimento, até por volta de 1973, era atribuído em geral a movimentos epirogenéticos ou rejogo de falhas. Com a teoria da tectônica global, deduz-se que ele tenha se originado de interações de compensações isostáticas implicando na formação do Atlântico pelos “trancões” da expansão das dorsais meso-oceânicas aos esforços derivados de falhas transformantes e aos processos compressionais em curso nos Andes.

O soerguimento do interior continental e o abaixamento costeiro mais ou menos sincrônicos, ensejaram a acumulação do grupo Barreiras, provavelmente neogênico, que aflora quase continuamente por milhares de quilômetros ao longo da costa, do Rio de Janeiro ao Pará. São tão empolgantes, paisagisticamente, as suas grandes barreiras, que espicaçaram a curiosidade de Pero Vaz de Caminha, no ano de 1500, quando do descobrimento do Brasil, a ponto de levá-lo a escrever em sua famosa carta suas impressões sobre elas e suas diversas cores. Barreiras correspondentes existem em Angola com análogas variegadas colorações, e na Namíbia.

O Grupo Barreiras inclui sedimentos detríticos, continentais, afossilíferos de cores variegadas, em geral friáveis, predominantemente arenosos, com marcante alternância de depósitos pelíticos e psamo-pelíticos. Sua espessura varia de poucas a várias dezenas de metros. O grupo Barreiras recobre sedimentos miocênicos marinhos da formação Pirabas, no estado do Pará. A idade do grupo tem sido debatida, mormente no que tange ao seu limite superior; alguns autores colocam-no no Pleistoceno, como Bigarella (1975) e Mabesoone et al. (1972).

Dominguez (2001) realizou, no sul da Bahia, nos tabuleiros costeiros sustentados por sedimentos do grupo Barreiras, cartografia geológica e estudos laboratoriais lançando luz sobre sua origem e suas relações com as unidades pleistocênicas e holocênicas marinhas e transicionais, que recobrem esse grupo ao longo de vales encaixados. Com os resultados o autor conclui que o grupo Barreiras pertence ao Mio-Plioceno.

Na região sudeste do Brasil, os pacotes cenozóicos têm sido estudados com certo detalhe já há longa data. Alguns são relevantes por seu registro fossilífero extraordinário, como, por exemplo, os das bacias Fonseca (Gorceix, 1884; Sant’anna. & Schorscher, 1997; Sant’anna et al. 1997; Mello et al. 2002) de Taubaté e Itaboraí. Outras seções mostraram um registro revelador da história sedimentar, morfoestrutural e tectônica ou do Cenozóico, como as bacias geradas pela evolução do Rift Continental do Sudeste ao longo da costa sudeste nacional (Almeida, 1976; Melo et al. 1985; Riccomini, 1989).

Esse rift condicionou as bacias de Volta Redonda, Resende, Itaboraí e grabens da Guanabara e Barra de São João, no Estado do Rio de Janeiro; bacias de Taubaté e São Paulo. Formação Pariquera – Açú e Graben de Sete Barras, no Estado de São Paulo, e Bacia de Curitiba, Formação Alexandra e Graben de Guaraqueçaba, no Paraná.

Essas bacias podem ter tido ligações pretéritas passadas e devem ser investigadas: quanto ao Grupo Taubaté do Paleógeno e as formações Itaquaquecetuba e Pindamonhangaba, do Neógeno ao Quaternário, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro; e quanto às formações Guabirota e Alexandra, também do Neógeno ao Quaternário, no Paraná (Coimbra et al. 1996, Suguio, 2001).

Riccomini (1989) deduz que as bacias foram entulhadas, desde o Paleógeno ao Quaternário, por depósitos continentais, sob o controle de taxas variáveis de sedimentação e tectonismo, com influências de variações climáticas.

No Cenozóico continental do Brasil há um predomínio de rochas siliciclásticas se cotejadas a ocorrências apenas locais de rochas carbonáticas que representam menos de 1% do total. Representantes são as rochas calcárias marinhas, muito fossilíferas, das formações Pirabas, miocênica e Maria Farinha, paleocênica, que são afloramentos das margens passivas das bacias de Barreirinhas e Pernambuco–Paraíba, respectivamente (Feijó, 1994).

Como representantes de sedimentos carbonáticos continentais têm-se os calcários da bacia de Itaboraí do Terciário no Estado do Rio de Janeiro. Formados durante o Quaternário, destacam-se: os calcretes da formação Caatinga, no Estado da Bahia (importantes como rochas ornamentais); as tufas calcárias da serra da Bodoquena (Boggiani et al. 2002) e os calcretes da formação Xaraiés, ambos no Estado de Mato Grosso do Sul; os espeleotemas, depositados nas inúmeras cavernas calcárias, como os belos travertinos da Gruta de Maquiné (em Minas Gerais) e das grutas do Vale da Ribeira (São Paulo e Paraná).

No Cenozóico, entre o Paleógeno e o Quaternário, o país foi importante cenário de eventos magmáticos que eclodiram tanto no continente quanto nas ilhas oceânicas de Fernando de Noronha, Trindade, Atol das Rocas e Abrolhos. O magmatismo é de afiliação alcalina originado de atividades tardias do Evento Sul-Atlântico ou da Reativação Pós-Paleozóica, no decorrer da abertura do Oceano Atlântico Meridional.

Do Oligoceno ao Mioceno, a atividade magmática gerou, segundo Sial (1976), o Vulcanismo Básico-Alcalino do Rio Grande do Norte com excelentes afloramentos como os de Macau, Cubati, Cubagi e outros locais. Dele há bons representantes na área de Messejana no Ceará e na Paraíba, como em Boa Vista.

O magmatismo gerou do Paleoceno ao Eoceno, na região Sudeste, a província alcalina do litoral de São Paulo e Rio de Janeiro, desenvolvida entre o Campaniano e o Eoceno inferior (Ulbrich e Gomes, 1981), quando se formaram os complexos plutônicos alcalinos da Ilha de Cabo Frio, Morro de São João e o basanita de Casa de Pedra, do Eoceno. Segundo Riccomini (1989), a fase inicial de distensão do Rift Continental do Sudeste do Brasil pode ter gerado este último.

Almeida (1958) cuja belíssima monografia sobre Fernando de Noronha é um clássico, retorna à geologia deste belíssimo cenário, reportando lavas e intrusões fortemente sódico-alcalinas geradas entre o Mioceno e o Plioceno (Almeida, 2002a). Também sobre a Ilha de Trindade a monografia de Almeida (1961) é outro marco; e nela, ele retoma os estudos descrevendo rochas ígneas análogas (Almeida, 2002b), geradas entre o Plioceno e o Holoceno. Este último é o evento vulcânico mais jovem conhecido, até agora, do Brasil.

No arquipélago rochoso dos Abrolhos, litoral sul da Bahia, basaltos alcalinos do Paleoceno-Eoceno, associam-se, segundo Vieira et al. (1984) à Bacia Sedimentar do Espírito Santo.

A tectônica do Quaternário no Brasil foi pouco abordada anteriormente (Barbosa, 1980). Os estudos tornaram-se mais abundantes a partir dos anos 90 (Riccomini e Assumpção, 1999).

A existência de falhas instaladas no Quaternário, particularmente do Holoceno, é tendo sido registrada em quase todo o território nacional (Saadi, 1991, 1993). Há uma correlação entre os processos de falhamento, com as anomalias geofísicas do geóide e destas, com áreas levantadas de atividades neotectônicas e sísmicas. Há congruência estreita também com informações geofísicas e modelos teóricos de estresse da Placa Sul-Americana. As direções de estresse das falhas holocênicas indicam direção média máxima de E–W, (maximum horizontal stress), para a maior parte do Brasil.

As regiões brasileiras com melhores estudos neotectônicos parece ser o sudeste do Brasil (Riccomini, 1989) e a área amazônica (Saadi, 1991, 1993, Costa et al. 1996).

Saadi (1993) considera que: as deformações tectônicas cenozóicas aproveitaram, em geral, linhas de fraqueza herdadas das deformações pretéritas embora possam ter sido originadas novas estruturas; ademais, o resultado final é expresso por uma compartimentação em unidades neotectônicas, delimitadas por descontinuidades crustais definidas, que resultam da reativação, em geral sob regimes transcorrentes de lineamentos pré-cambrianos mais expressivos; e, ainda que os prolongamentos continentais dos lineamentos oceânicos têm participações importantes nas manifestações neotectônicas; acrescenta que existe, em geral, uma relação facilmente detectável entre a estruturação neotectônica e a dinâmica crustal, representada pela sismicidade atual; e por último, geralmente verifica-se a predominância de esforços compressivos de direção NW–SE, com variações para E–W e N–S.

Na região Nordeste em numerosas áreas as estruturas herdadas do rifts cretáceos foram intensamente reativadas por tectônica de idade neogênica, que controlam nas bacias costeiras um relevante episódio de migração e acumulação de hidrocarbonetos. O Grupo Barreiras exhibe estruturas coerentes com esse regime cinemático, configurando-o como um marco cronológico desse evento, em conjunto com o vulcanismo básico-alcalino terciário que ocorre na região (Jardim de Sá, 2001). Assim ela teve importância na evolução geológica da costa brasileira. (Suguió e Martin, 1996).

3. PERMANÊNCIA, RECICLAGEM E HERANÇA METALOGENÉTICA

Um grande impacto na geologia brasileira foi a aplicação dos primeiros estudos de metalogenia, épocas e cinturões metalogenéticos, que se iniciaram há longo tempo. As primeiras pesquisas devem-se, provavelmente, a D. Guimarães, estudioso assíduo, desde estudante, da obra de metalogenia de L. de Launay (de Launay, 1913), criador do termo metalogênese em 1905. Djalma era entusiasmado com os conceitos novos que iam aparecendo nos maiores centros científicos do seu tempo que eram França e Alemanha. Não tardou e ele aplicou os conceitos metalogenéticos, ao estudar as jazidas e os depósitos minerais brasileiros, tentando entendê-los em relação a história geológica do Brasil e do Planeta (Guimarães, 1938, 1947b, 1961, 1951, 1965, 1970). A síntese de Almeida (1967, 1972) foi um outro marco importante no estímulo aos estudos metalogenéticos.

Um avanço foi o conceito de permanência, reciclagem e herança metalogenética (**RHM**) difundido por Guimarães (1965), Routhier (1969; 1983), Ladeira (1984, 1991), que não pode deixar de ser focado, para substanciar o estudo dos depósitos minerais.

O Programa de Caracterização de Províncias Metalogenéticas no Brasil, criada por W. S. Fyfe com apoio financeiro do CRC, Conselho de Pesquisa do Canadá e CNPq (Ladeira & Noce 1990), foi um passo importante por causa da aplicação, pela primeira vez no Brasil, do método U/Pb em cristais de zircões individuais.

O tema dominante deste projeto era definir *refinadamente* o tempo dos eventos críticos da evolução geológica do Brasil continental e relaciona-los ao desenvolvimento de seus recursos minerais. “Ao mesmo tempo, um grupo de jovens pesquisadores esta sendo treinado nos métodos avançados de determinação de idade de rochas e geoquímica” (Ladeira, 1991).

Este projeto teve como coordenadores o Prof. W.S.Fyfe, da *University of Western Ontario*, Canadá e o Prof. Alphonsus Schrank, da Universidade de Campinas, contando com a decisiva participação de pesquisadores do *Royal Ontario Museum* (ROM), onde grande parte das análises isotópicas foi sendo realizada. Integraram ainda o projeto, os pesquisadores colaboradores da UNICAMP, UFMG, UnB, USP, DOCEGEO.

Pela UFMG, a participação se iniciou com este autor, contando com a integração efetiva de Carlos Mauricio Noce, Guilherme Knauer, Pedro Ângelo Almeida Abreu e Lydia M. Lobato. A Prof. Lydia tornou-se coordenadora da fase II do projeto, pelo lado brasileiro, que se iniciou em 1991.

O projeto teve a duração de três anos, tendo ocorrido uma extensão para 1991 e se iniciou em novembro de 1987 com os primeiros trabalhos de campo começados em janeiro e fevereiro de 1988 em Carajás, Planalto Central de Goiás, e em Minas Gerais, no Quadrilátero Ferrífero, na Serra do Espinhaço e no SW do Estado na região de Piumhi. Os primeiros resultados de datação radiogênica foram publicados pela equipe do Royal Ontario Museum (ROM) em 1988, e da Serra dos Carajás, e em 1989 com a equipe mineira (Machado et al. 1988, 1989).

Graças aquele projeto e a outros programas de datação radiogênica posteriores, dos últimos 20 anos, com métodos cada vez mais precisos (*SCHRIMP* e outros) vários problemas começaram a ser razoavelmente destrinchados, pouco a pouco, envolvendo uma série de cooperações de geocientistas brasileiros e de diversos países (veja referências).

Com os trabalhos tornou-se mais definido que os principais depósitos minerais do país são significativamente relacionados aos maiores eventos tectogênicos e épocas metalogenéticas como se foi esboçando através de várias décadas (Guimarães, 1938, 1947 a,b, 1961, 1965; Fleischer, 1973; Schobbenhaus, 1984; Schobbenhaus & Campos, 1984; Ladeira, 1980,1991; Biondi, 1999, 2004). Os depósitos minerais possuem uma posição cronoestratigráfica razoavelmente definida, o que tem ficado progressivamente mais evidente com as sínteses mais recentes (Dardenne & Schobbenhaus, 2001; Dardenne & Schobbenhaus, 2003).

Felizmente o país através da SGB/CPRM e das universidades está incorporando avanços do *know-how* tecnológico através de Rede Nacional de Estudos Geocronológicos e Ambientais - GEOCHRONOS, da qual o SGB é uma das instituições integrantes. Várias datações colaborativas têm sido feitas pela Rede GEOCHRONOS.

Infelizmente parece que nem a UFMG e a UFOP participam desta rede, conforme informações da página do SGB na Internet o que seria desejável.

Um avanço importante foi a o desenvolvimento de estudos de metalogenia quantitativa do Brasil em base de dados e disponibilização, via Internet, pelo sistema GEOBANK do SGB/CPRM (Bizzi et al. 2003; Baars et al., 2003).

Cumprir ressaltar, igualmente, os estudos de distritos mineiros promovidos e gerenciados pela ADIMB em cooperação com numerosas universidades, instituições de pesquisa e com suporte de campo de empresas mineradoras por todo o Brasil (Marini, 2007), cujos resultados começaram a ser divulgados em 2008.

4. DEPÓSITOS MINERAIS E EPOCAS METALOGENÉTICAS

4.1. Eoarqueano - Paleoarqueano

Para enquadrar a topologia cronoestratigráfica dos depósitos minerais, registram-se as evidências para a idade dos núcleos mais antigos do Brasil, restringem-se a idade de zircões detríticos em protólitos dos núcleos continentais ao Paleoarqueano (3.6–3.2 Ga). Os núcleos mais representativos são os complexos de Mari e Presidente Juscelino, o Bloco do Gavião e os domos Sete Voltas e Mata Verde. Tais núcleos antigos foram retrabalhados pelos eventos tectonometamórficos Rio Maria (~ 2.8 Ga), Rio das Velhas (~ 2.8 Ga), Transamazônico (~ 2.0 Ga) e Brasileiro (~ 0,65 Ga). Obviamente, os depósitos minerais neles existentes foram afetados, mesmo modificados, mas eles, assim mesmo, tiveram sua permanência assegurada. A permanência implica que os elementos constitutivos do depósito primordial que foi modificado fiquem na sua topologia crustal, não necessariamente intactos e podendo ser até em concentrações irregulares; o importante é que o depósito primordial estava numa porção fértil da crosta e esta fertilidade permanece de uma maneira ou de outra. Com as superposições tectônicas posteriores ocorrem os fenômenos de reciclagem e herança metalogenética. *A metalogenia replica a filogenia* (Hutchinson, 1973).

4.2. Mesoarqueano

Os melhores exemplos de blocos continentais do Mesoarqueano (3.2–2.8 Ga) são os terrenos TTG de:

- a) Piumhi e Morro do Ferro (a oeste do Quadrilátero Ferrífero).
- b) Crixás (Maciço de Goiás).
- c) Rio Maria.
- d) O segmento meridional do Bloco do Gavião (região de Brumado).

Não se podem separar os depósitos minerais de sua ambiência rochosa; contudo, este conceito aparentemente simples levou mais de 300 anos para ser mudado! Hoje o que faz falta é baratear os métodos de datação dos minerais-minérios dos depósitos. Os métodos têm problemas, mas estão cada vez sendo solucionados com novas tecnologias.

Com este enfoque, depósitos minerais mesoarqueanos polimetálicos ocorrem na Serra das Éguas (CRV Brumado); barita de Itapura (CRV Novo Mundo); os depósitos de Fe-Ti-V e metais do grupo da platina (MGP) das soleiras do Rio Jacaré e de Campo Alegre de Lourdes; a jazida de cromita do CRV de Piumhi; os corpos de minério de Ni-Cu-Co e MGP dos depósitos *O'Toole* do CRV Morro do Ferro e os de Ni de Boa Vista no CRV de Crixás.

Nos terrenos TTG do Mesoarqueano da região do Rio Maria (PA), há concentrações ou corpos de minério auríferos em zonas de cisalhamento intersectando os cinturões de rochas verdes.

4.3. Neoarqueano

Durante o Neoarqueano (entre 2.8–2.5 Ga) dois grandes núcleos cratônicos tornaram-se estáveis quase que simultaneamente, geologicamente falando.

O primeiro núcleo cratônico do Neoarqueano, relevante não só metalogeneticamente, mas por ser o primeiro e o mais antigo com produção mineral ininterrupta no Brasil, é o do Quadrilátero Ferrífero (e suas extensões). Produtor prolífero de ouro, de fama mundial desde os tempos do Brasil Colônia, hospeda uma plêiade de jazidas de ouro como Morro Velho, Raposos, Cuiabá, Bela Fama, Faria, Cuiabá, Lamego, Paciência, *Bahu*, São Bento, Juca Vieira; Papa Farinha, Brumal, Pinta Bem e centenas de outros depósitos menores que foram lavrados no passado pelos antigos.

Quase todas as jazidas mencionadas já foram lavradas e fechadas, excetuando-se a mina de Cuiabá.

A grande maioria dos depósitos citados acima, está encaixada no Cinturão de Rochas Verdes Rio das Velhas (ou CRVRV), cuja idade mínima é ao redor de 2.75 Ga. Mas, há os depósitos mais jovens alojados no Supergrupo Minas tais como: Passagem, Mata Cavalô, Ouro Fino; e as jazidas de ouro paladiado em jacutinga, como as de Maquiné (Mariana) e as de Cauê e Conceição em Itabira (Ladeira, 1980, 1988; Cabral, 1996, 1999, Vial, 1980 a,b; 1988 a,b; Vieira, 1987;1996; e Galbiatti, 1999; Galbiatti et al. 1999)

Felizmente, graças à aplicação de novas tecnologias minerais, muitas foram reabertas no início do Século 21 e muitas estão produzindo. Além das jazidas de Cuiabá e Lamego, tem-se Santa Izabel (antiga Paciência) e as jazidas, em produção ou em fase de exploração, existentes no Distrito de Pitangui, como Turmalina, Faina, Satinoco.

No CRVRV, os depósitos e jazidas são, de longa data, prospectados e lavrados; em função das oscilações do preço do Au ou avanços nas técnicas exploratórias, muitos são novamente desenvolvidos e minerados e vários indícios auríferos tem sido detectados.

A complicada evolução polifásica e mobilização de fluidos hidrotermais no CRV Rio das Velhas, são responsáveis pela geração de todos estes depósitos auríferos que na maior parte são hospedadas por BIFS classificáveis como *tipo Algoma*, características do cinturão (Ladeira, 1979, 1980).

Há vários tipos genéticos de depósitos que indicam a RHM. A evolução citada explica as muitas hipóteses genéticas sobre os depósitos (Ladeira, 1980, Ladeira et al. 1991; Vial, 1980 a,b; 1988 a,b; Vieira, 1987;1996; Lobato & Vieira, 1998; Lobato & Pedrosa-Soares, 1993; Junqueira et al. 2007; Pereira et al. 2007; Lobato, 2001 a,b) e a dificuldade de sua prospecção e exploração (Ladeira,1980, 1985,1988; De Witt et al, 2002).

Os depósitos de **classe internacional** como Morro Velho, Raposos, São Bento estão cortados por cavalgamentos (zonas de cisalhamento de baixo ângulo) que, segundo alguns, se formaram durante o Evento Rio das Velhas. Há outros cavalgamentos que se formaram também durante o Evento Transamazônico, cujas datações estão no intervalo de 2,0Ga a 1,8 Ga. A idéia prevalecente atualmente é que todos estes depósitos são de origem hidrotermal do tipo orogênico (Lobato et al. 1998,2001 a, b). Entretanto, trabalhos anteriores sugeriram uma evolução poligênica para os grandes depósitos com fenômenos de permanência, herança e reciclagem (Ladeira, 1980, 1991). A metalogênese do ouro no CRVRV é motivo de controvérsia até hoje.

Também relacionados ao CRVRV são as numerosas jazidas de manganês das quais a maior é a do Morro da Mina em Conselheiro Lafaiete (Guimarães, 1961; 1965; Pires, 1977; Grossi Sad et al. 1983) cujo protominério é o chamado queluzito, que posteriormente foi enriquecido por processos supergênicos. Aqui também ocorrem BIFS e metacherts associados aos queluzitos,

O Quadrilátero Ferrífero é famoso por uma imensa variedade de valiosos espécimes minerais que são encontrados em numerosas instituições, como os museus geocientíficos no mundo (Ladeira, 1980), instituições estas que são, não só sólidas financeiramente, mas muito mais difundidas que no próprio Brasil. Alguns dos minerais museológicos foram formados em várias épocas metalogenéticas.

O segundo núcleo cratônico Neoarqueano é a Província Mineral de Carajás (AM) que certamente deverá ultrapassar o Quadrilátero Ferrífero brevemente em produção mineral. A Província possui depósitos de minérios de ferro e manganês; cromo; ouro; ouro associado ao cobre; cobre e níquel; polimetálicos.

Complexo foi o evoluer tectônico e metalogenético da Província de Carajás. Já foram deduzidos, no mínimo, duas épocas metalogenéticas. Uma por volta de 2,76 Ga com geração de FFBS que pertencem à Formação Carajás, que hospeda as grandes jazidas de minério de ferro da região, encaixadas na seqüência vulcanossedimentar do Grupo Grão-Pará e minérios cromíferos e de metais do grupo da platina (MGP) ocorrentes no complexo máfico-ultramáfico de Luanga (Suita, 1988; Suita & Nilson, 1991; Suita, 1996).

Em outra época, há 2,57 Ga, formaram-se os corpos de minério de Fe-Cu-Au-REE das jazidas do Alemão (Barreiras et al. 1999) Borrachudo, Cristalino (Huhn et al. 1999), Igarapé Bahia (Villas et al. 2002), Salobo (Farias & Saueressig, 1982; Lindenmayer, 1990, 1998), Pojuca (Farias et al. 1984), Sossego e Alvo S118 (Lancaster et al. 2000). Foi evidenciado que os depósitos de Alemão e Igarapé Bahia constituem um único corpo mineralizado. O depósito do Alemão é uma extensão não aflorante do depósito de Igarapé Bahia, descoberto por geofísica (Soares *et al.* 1999; Barreira *et al.* 1999) o que foi um caso histórico altamente relevante. Veja também Lindenmayer et al. (1998); Villas et al. (2001); Tazava e Oliveira (2000); Ronze et al. (2000). Estes depósitos têm vínculos genéticos diretos ou indiretos com os plutonitos graníticos posicionados nas sucessões vulcanossedimentares do Grupo Grão-Pará, de Igarapé Bahia e de Pojuca-Salobo.

Os corpos estratófilos de minérios de manganês da Formação Águas Claras como os da mina de Azul, Sereno e Buritirama associam-se com margens de uma plataforma bacinal anóxica, conforme (Bernadelli, 1982; Bernadelli e Beisiegel, 1978; Valarelli et al. 1978).

O ouro de Serra Pelada, na porção leste da Província Carajás, descoberto em 1970, foi objeto da maior corrida de ouro do Século 20 na história da América do Sul, entre 1975 e 1986 (40 mil garimpeiros). O depósito aurífero de Serra Pelada é hospedado pelos sedimentos do Grupo Águas Claras, na porção leste da Província (Meireles et al. 1982; Meireles e Silva, 1988; Tallarico et al. 2000). Estima-se que cerca de 2 milhões de onças de ouro, com paládio e platina, como subprodutos, foram produzidos na região por garimpeiros, inicialmente, através de processos artesanais, mas logo incorporando maquinário de mineração, mas ainda conservado a condição estatutária de garimpagem. Sondagens testemunhadas realizadas pela Vale cortaram intervalos com impressionantes teores de 4.709,00 g/t de ouro, 204 g/t de platina e 1.174,00 g/t de paládio.

Segundo os estudos, a mineralização aurífera de Serra Pelada relaciona-se a ZCs regionais e a um foco hidrotermal profundo (Freitas-Silva, 1999), com idade variando de 2,5Ga a 2,7 Ga conforme datações respectivas de Machado et al. (1991), e Pinheiro e Holdsworth (1997).

As concentrações primárias de níquel com metais do grupo da platina (MGP) de Vermelho, (Corrêa et al. 1984) Jacaré (Brito, 1984, 2000), Onça Puma (Heim et al. 1986) foram gerados próximo a 2.6 e 2.3 Ga, relacionando-se a complexos máfico-ultramáficos diferenciados que supostamente se formaram ao evanescer do Evento Carajás.

4.4. Paleoproterozóico

Na época paleoproterozóica (\pm 2,5–1,6 Ga), o cenário metalogenético transforma-se, tornando-se mais diversificado. Os processos com formação de grandes jazidas auríferas saem de cena. As eras metalogenéticas tornam-se menos difíceis de serem identificadas, tanto no Cráton do São Francisco quanto no Cráton Amazônico.

No Cráton Amazônico Setentrional e no Escudo das Guianas ocorrem mineralizações de Au e Mn. No Grupo Vila Nova, o minério de manganês, da jazida Serra do Navio (Scarpelli, 1966), hoje exaurida, tem como protominério, queluzitos atribuídos a processos vulcanogênicos (Rodrigues et al. 1986).

Os corpos de minério aurífero do Grupo Vila Nova e ao cinturão de rochas verdes de Serra Lombarda e Tartarugalzinho relacionam-se, especialmente, com zonas de cisalhamento geradas durante o Ciclo Transamazônico (2,0 Ga; Milési et al. 1995).

Intrusivo no Complexo Guianense do Arqueozóico ou Paleoproterozóico (1,8 Ga) está o complexo máfico-ultramáfico de Bacuri (Spier & Ferreira Filho, 2001) ou Igarapé do Breu que encaixa corpos estratiformes de cromita. Os granitos do Suíte Intrusiva Mapuera foram afetados por processo mineralizante em Sn, Nb, REE e Zr que formou a notável e complexa jazida de Pitinga, cujo distrito mineral leva seu nome (Daoud & Antonietto, 1988; Veiga, 1988 a, b; 1991; Veiga et al. 1988).

Nas províncias minerais de Tapajós e Alta Floresta, no Amazonas Meridional, numerosas ocorrências e depósitos auríferos são conhecidos. Dois tipos principais de corpos de minério aurífero *primários* já foram descritos: o porfirítico e o tipo filão. Ambos parecem se associar às intrusões de granito *tipo I*, calcioalcalinos e vários do *tipo filão*, inferidos como epitermais (Jacobi, 1999), relacionados a zonas de cisalhamento regionais. Além destes, tem-se os depósitos secundários de paleoplaceres (Veiga, 1988 a, b; 1991; Santos et al. 1998; Santos et al. 2000, 2001).

Granitos anorogênicos, com idade 1,88 Ga, hospedam zonas de minério estanífero e tungstêniofero, como o Granito Musa, ou zonas de cobre e ouro do Granito Carajás ou Águas Claras, e em Gameleira (Lindenmayer et al. 1988) ou Granito Pojuca (Farias et al. 1984; Medeiros Neto e Villas, 1985; Medeiros Neto, 1986); e as mineralizações de Cu-Au-Sn-Bi como no Granito Breves que ocorreram entre 1,9 e 1,85 Ga (Nunes et al. 2001).

Na parte ocidental da Província de Alta Floresta, em Aripuanã, ocorrem conspícuas concentrações de minérios sulfetados, de chumbo e zinco (+cobre+ouro) do tipo sulfetos maciços vulcanogênicos (VMS) ou do tipo escarnito, relacionadas a seqüências vulcanossedimentares do Grupo Roosevelt de idade 1,7 Ga (Costa, 1997, 1999). O cinturão de rochas verdes Alto Jauru, no sudeste de Mato Grosso, de idade provável de 1,7 Ga, encaixa vários depósitos de minérios sulfetados de cobre e zinco (+ ouro). Dentre estes está o relevante depósito da mina de Cabaçal (Pinho, 1996; Pinho et al. 1996).

Nas nascentes do rio Sucunduri, na região que atualmente é designada de Distrito Cuprífero de Terra Preta, afloram zonas mineralizadas cupro-plúmbeo-zincíferas. Carvalho e Figueiredo (1982) reportam que os litótipos encaixantes são do Grupo Beneficente, idade de 1,65 Ga. Trata-se de uma seqüência marinha expressa com a seguinte coluna: Unidade I, detrítica basal; Unidade II, clasto-química; Unidade III, detrítica intermediária; Unidade IV, clasto-química. As concentrações minerais são hospedadas no topo da Unidade I, detrítica basal; e na base da Unidade II, clasto-química inferior. Os minerais-minérios são calcopirita, bornita, galena, esfalerita; ainda ocorrem pirita e magnetita.

Mineralização aurífera semelhante àquela do Escudo das Guianas encontra-se no Escudo Atlântico, no CSF no leste do Estado da Bahia. Relaciona-se ao cinturão de rochas verdes do Rio Itapirucu, cuja idade é 2,2–2,1 Ga. São os minérios auríferos dos depósitos da mina Fazenda Brasileiro, Maria Preta, e outros todos relacionados a zonas de cisalhamento instaladas durante o Evento Transamazônico (Santos et al., 1988).

Os depósitos auríferos de Passagem de Mariana, Antônio Pereira e outros no Supergrupo Minas (SGM) do Quadrilátero Ferrífero são relacionados ao Evento Transamazônico (Fleischer, 1971; Vial, 1988b). Estruturas geradas neste evento foram superimpostas às estruturas arqueanas das jazidas de Morro Velho, Raposos, Cuiabá, Lamego, e São Bento e outros do QF hospedadas notadamente em BIF e outros litótipos arqueanos do CRVRV (Ladeira, 1980, 1991, Lobato et al. 2002 a, b; Pereira et al. 2007; Junqueira et al. 2007)

A época do Evento Transamazônico é assinalada também pela presença de *paleoplaceres aurífero - uraníferos* da Formação Moeda do Supergrupo Minas, de idade próxima a 2.5 Ga no Quadrilátero Ferrífero, e do Grupo Jacobina (Estado da Bahia). Ambas estas mineralizações têm sido comparadas com o tipo *Witwatersrand* (Ladeira, 1980; 1985 1988; Minter et al.1990), enquanto outros advogam uma hipótese hidrotermal (Milési et al. 1996).

Durante o Transamazônico deu-se a segunda grande deformação tectônica do Quadrilátero Ferrífero afetando-lhe todas as rochas precambrianas, quando a Formação Cauê (do SGM) de itabiritos (BIFS *tipo Lago Superior*) e dolomitos intercalados, com zonas ricas de hematita, se estruturaram. Tais itabiritos e bandas hematíticas, deram ensejo que se formassem, por processos posteriores, de enriquecimento supergênico, os vastos depósitos de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Os itabiritos, por outro lado, se formaram em ambiente marinho cujos dolomitos associados deram-lhe uma idade de 2.4 Ga (Babinski et al. 1991). Jazidas de manganês e depósitos menores deste metal, singenéticas formaram-se junto com os itabiritos (Büchi, 1961, 1983, Guimarães, 1935; 1961).

Durante a época Transamazônica, na parte setentrional do Cráton São Francisco, no Estado da Bahia formaram-se dezenas de corpos máfico-ultramáficos diferenciados, contendo sulfetos cupríferos primários, como em Caraíba, Poço de Fora, Serrote da Laje (Ladeira & Brockes, 1969; Lindenmayer, 1981) e importantes corpos estratiformes de cromita dos depósitos de Medrado, Campo Formoso e Ipueira (Mello et al., 1986).

Ainda, ao transcorrer da época Transamazônica, foram gerados os complexos máfico-ultramáficos de Goiás, famosos pelas suas jazidas de níquel laterítico como Niquelândia (Pecora & Barbosa, 1944; Danni, et al. 1982; Pedroso, & Schmaltz, 1986; Rivalenti, et al. 1982; Ferreira Filho et al.1995) e Barro Alto (Oliveira, 1993); e o de Cana Brava (Ianhez et al.1997; Hasui & Magalhães, 1990; Girardi, & Kurat, 1982) pelos depósitos de asbestos.

A maioria dos complexos tem ocorrências de sulfetos níquelíferos, com teores interessantes de platina (Ferreira Filho et al.1995) e podem ter *blind deposits* de MGP que demandam pesquisas detalhadas, associadas com métodos geofísicos, para definir alvos para sondagem

Ao evanescer do Paleoproterozóico, por volta de 1,8 Ga, durante a Tafrogênese Estateriana, a crosta intracontinental rompeu-se por rifteamento, afetando os núcleos cratônicos arcaicos. Tal fenômeno favoreceu a geração de extenso vulcanismo continental, o posicionamento de plutonitos graníticos anorogênicos e amplas coberturas sedimentares detríticas.

Os corpos graníticos anorogênicos têm mineralizações de cassiterita formando depósitos econômicos do tipo *greisen*. Incluem-se aqui o Granito Água Boa (Daoud, & Antonietto), a Província Estanífera de Goiás (PEG) estudada por Marini & Botelho (1986), assinalando uma época metalogenética com idade de $\pm 1,8-1,75$ Ga, compartilhada pelos crátons do São Francisco e Amazonas.

Ao final do Paleoproterozóico associa-se, também, a deposição dos conglomerados portadores de diamantes da Formação Sopa-Brumadinho Formação ($\pm 1,76$ Ga) do Supergrupo Espinhaço no Cráton São Francisco feições descritas por (Dossin, et al. 1984; Gonzaga, & Dardenne, 1991; Gonzaga, & Tompkins, 1991; Abreu, et al. 1997; Martins Neto, 1998). E de modo semelhante os placeres diamantíferos do Grupo Roraima no Cráton Amazonas. Fleischer (1998) informa que a produção diamantífera da região de Roraima é de placeres aluvionares recentes ao longo dos rios Cotingo, Mau, Quinô e Suapi; conclui que a fonte do diamante é relacionada a níveis de conglomerados intercalados no meio da seqüência sedimentar e não aos conglomerados basais da Formação Arai como foi sugerido por Barbosa (1991).

Os rifts gerados pela Tafrogênese Estateriana lograram evoluir ensejando a geração de crosta oceânica; mas esta só ocorre, em isolados exemplificados pelo rift da seqüência vulcanossedimentar do Alto Jauru ($\pm 1,75$ Ga) que encaixa o depósito de Cu-Zn-Au de Cabaçal, já citado (Pinho, 1996; Pinho et al., 1996)

Os depósitos do tipo Perau (Barbour & Oliveira, 1979; Dardenne, 1988; Daitx, 1998) de origem sedimentar exalativa, cujos corpos de minério de Pb-Zn-(Cu)-Ag-Ba são estratófilos e estratiformes; eles estão encaixados no pacote do Cinturão Ribeira que perlonga a costa sudeste do Brasil. A datação é 1,7 Ga, marcando um evento metalogenético cuja repercussão precisa melhor ser pesquisada; isto ajudará a prospecção mineral ao longo da Serra de Itaberaba que possui várias ocorrências de minérios de Au, Cu, Pb e Zn.

Dados igualmente com 1,7 Ga, ocorrem os depósitos de evaporitos magnésiferos agrupados ao Cinturão Orós na Província Borborema (Parente et al. 1998) que contribuem para assinalar o evento citado.

4.5. Mesoproterozóico

Os arquétipos de processos mineralizantes do Mesoproterozóico (1,6 e 1,0 Ga) são raros no Brasil. Mas há exemplos dos corpos graníticos estaníferos de Surucucus ($\sim 1,5$ Ga) na Província Parima, no NW de Roraima (Santos, et al.1999); os granitóides semelhantes da Província de Tocantins, em Goiás, com idade de 1,59 Ga (Marini & Botelho, 1986); e a suíte granítica de São Lourenço-Caripunas ($\pm 1,3$ Ga) na Província Rondônia (Bettencourt et al. 1995, 1988, 1997, 1999). As seqüências de Palmeirópolis-Juscelândia ($\pm 1,3$ Ga) de Goiás possuem depósitos de Pb-Zn ligados geneticamente a sulfetos maciços vulcanogênicos (Figueiredo et al. 1981; Araújo & Nilson, 1988; Araújo et al., 1995; Araújo, 1999).

Ao término do Mesoproterozóico, por volta de 1,0 Ga, durante a orogênese Sunsás, reativou-se o *rift* do Aguapeí. Instalou-se um feixe de ZC dextral de ângulo de mergulho pequeno a grande, que permitiu a geração de numerosos depósitos de Au. Estes estão alojados em zonas de cisalhamento ao longo do contato dos metassedimentos do Grupo Aguapeí com os granitos gnáissicos do embasamento, ou estão encaixadas no próprio Grupo Aguapeí. Os mais relevantes são os depósitos das minas São Vicente e São Francisco Xavier ao norte; Lavrinha, ao centro; e Pau-a-Pique ao sul. O conjunto tipifica a Província Aurífera do Alto Guaporé (Sães et al. 1991; Silva e Rizzotto, 1994; Geraldles et al., 1996; Sães, 1999).

Conglomerados portadores de diamantes das formações Morro do Chapéu e Tombador do Grupo Chapada Diamantina, na localidade baiana homônima, aparentemente se acumularam entre 1,2 e 1,1 Ga (Winge, 1968; Montes et al. 1981; Montes,1977; Schobbenhaus, 1993).

4.6. Neoproterozóico

No Neoproterozóico durante o Ciclo Brasileiro (1,0–0,54 Ga) formaram-se cinturões móveis e coberturas plataformais associadas, circundando os cratons do São Francisco e do Amazonas.

Durante o referido ciclo ocorreram condições tectotermiais que ensejaram a gênese de relevantes jazimentos minerais. A grande maioria destes encontra-se associada aos cinturões dobrados brasileiros e alguns foram definidos em áreas cratônicas. O relevante é que os depósitos minerais refletem as feições ambientais de cada cinturão ou porção cratônica, e encerram elementos que denunciam sua herança geológica-metalogenética de épocas prévias.

Por exemplo, no Cinturão Brasília do Brasil Central, perlongando a margem ocidental do Cráton São Francisco (CSF) as jazidas de Morro Agudo (Pb-Zn), Vazante (Zn) e Rocinha-Lagamar (fosfato sedimentar) associam-se à unidade sedimentar pelítico-dolomítica do Grupo Vazante e parecem representar as variações nas condições de regimes deposicionais da transição do Meso ao

Neoproterozóico. Tais depósitos parecem representar a transição de depósitos plataformais de cobertura semelhantes ao do *Mississippi Valley Type Deposit* ou *MVTD* (Guimarães, 1960; Ladeira, et al. 1963; Dardenne, 1988; 2000; Dardenne & Schobbenhaus, 2001, 2003).

Os depósitos de Pb, Zn e fluorita de cobertura plataformal semelhantes ao tipo MVTD associam-se aos sedimentos pelítico-carbonáticos do Grupo Bambuí (Guimarães et al. 1968; Ladeira & Leal, 1972; Cassedane, 1972, 1973; Dardenne, 2000).

O depósito de fosforita de Irecê, na bacia homônima, descoberto em 1985 pela CPRM é associado em contrapartida à cobertura carbonática do Grupo Una, na região setentrional do Cráton São Francisco (Bonfim, 1986).

Cumpre-se mencionar no Cinturão Brasília os seguintes depósitos:

- De ouro de Morro do Ouro, MG (Freitas-Silva, 1996; Möller et al. 2001) associado a cavalcamento do Ciclo Brasileiro de idade 0,6 Ga.
- De ouro, e cobre+ouro em Chapada/Mara Rosa, relacionados ao Arco Magmático de Goiás (Soares et al. 2006), gerado entre 0,95 e 0,6 Ga (Arantes et al. 1981; 1991; Oliveira et al. 2000; Richardson et al. 1986; Pimentel et al. 1997).
- Depósitos de Cu-Ni-Co vinculados aos complexos máfico-ultramáficos, datados em 0,61 Ga, de Americano do Brasil e Mangabal (Nilson, 1980, 1981; Nilson et al., 1986).

No Cinturão Araçuaí, os seguintes e importantes depósitos ocorrem:

- a) De minério de ferro (Vilela, 1986), de origem sedimentar exalativa do cinturão de Porteirinha (MG), que se assemelham aos do tipo Rapitan, na zona interna do cinturão (Dardenne & Schobbenhaus 2003).
- b) Depósitos de grafita da Província Grafítica Minas-Bahia de Pedra Azul e de Salto da Divisa (MG) vinculados a seqüências de metassedimentos da fácies anfíbolítica a granulítica (Pedrosa-Soares et al. 1999).
- c) De vários tipos de gemas como água marinha, esmeralda, crisoberilo, turmalina, além de cristal, feldspato e espécimes museológicos na Província Pegmatítica Oriental relacionada às intrusões graníticas ($\pm 0,550$ Ga) (Correia-Neves, 1997; Correia-Neves et al. 1986; Correia-Neves et al. 1986).

No Cinturão Ribeira vários depósitos e suas idades caracterizam épocas metalogenéticas:

- a) Corpos de minérios estratófilos de Pb-Zn-Ag ($\pm 0,65$ Ga), no Distrito de Panelas associados aos sedimentos carbonáticos e dolomitos da Formação Água Clara do Supergrupo Açunguí (Fleischer 1976).
- b) Corpos de granitos intrusivos hospedam depósitos de W e Au, como no Cinturão Dom Feliciano que perlonga a costa sul brasileira; os depósitos relacionam-se a granitos porfíricos auríferos, da tipologia da jazida de cobre ($< Au$) de Lavras do Sul ($\pm 0,57$ Ga) e às sucessões molássicas que encaixam jazidas de Cu-Pb-Zn ($< Au$) e pertencem as formações Santa Maria e Camaquã cujas idades vão do Neoproterozóico ao Cambriano. Os depósitos auríferos de Lavras do Sul são conhecidos e explorados desde o fim do século XVIII e relacionam-se à vigorosa alteração hidrotermal (Bettencourt, 1976; Teixeira & Gonzalez, 1988; Remus et al. 1999; Ronchi et al., 2000)

Na Província Borborema, do NE do país, há os corpos de minério de tungstênio na forma de *scheelita* conhecidos há quase um século (Abreu, 1962) e exploradas intensamente desde o início dos anos 1940; são hospedados por escarnitos do Cinturão Seridó. Os depósitos produtivos mais importantes são os de Brejuí, Barra Verde, Boca de Lage e Bodó, são associados aos escarnitos da Formação Jucurutu e situam-se na orla de contato do plutonito granítico de Acari (Rao, 1973; Maranhão et al., 1986; Salim, 1993).

Há também corpos de minério aurífero associados a zonas de cisalhamento em São Francisco e pegmatitos do magmatismo granítico do Ciclo Brasileiro na Província Borborema.

Berílio industrial tem sido explorado de longa data no Ceará em Coité, Fortaleza, Quixadá e Tanhá (Ferraz, 1929; Silva, & Dantas, 1997).

No Cinturão Paraguai na zona limdeira do Cráton do Amazonas um *graben* da região de Corumbá foi preenchida por jaspilitos intercalados com camadas de manganês do Grupo Jacadigo (Dorr, 1945; Almeida, 1964). Sua origem tem sido muito discutida (Walde, et al. 1981; Haralyi & Walde, 1986; Trompette et al., 1998). As evidências apontam para uma origem exalativa dos metais e sedimentação em condições glaciogênicas do Grupo Jacadigo. Tal fato assinala, assim, a última época de grande deposição de formações ferríferas de origem química, com as quais se associam as jazidas de ferro e manganês de Urucum, do *tipo Rapitan*, ao final do Neoproterozóico (Urban, et al. 1992; Dardenne & Schobbenhaus, 2003; Klein & Ladeira, 2004).

Nas zonas internas do Cinturão Paraguai há ocorrência de minério aurífero hospedados em filitos do Grupo Cuiabá (Alvarenga & Gaspar, 1992) que definem uma nova província e época aurífera ao final do ciclo Brasileiro.

Nas grandes expansões cratônicas do país somente há uns poucos depósitos minerais associados à época neoproterozóica. Mas alguns são relevantes seja por serem de recente descoberta, ou porque o foram pela produção nos anos 60 e 80 como:

1. O carbonatito de Seis Lagos (Justo & Souza, 198) com importantes concentrações de P, Nb, ETR e Ti;
2. Os kimberlitos diamantíferos datados de $\pm 0,68$ Ga intrudidos na Província Braúna, na região de Serrinha (Pereira, 2001).
3. Granitóides com estruturas anelares estaníferos da Província Rondônia datada de 0,9 Ga (Kloosterman, 1968; Leal et al. 1976; Litherland et al. 1986; Priem et al. 1989; Teixeira et al. 1989; Sadowski & Bettencourt, 1996; Bettencourt et al. 1987, 1995, 1997, 1999).

4.7. Paleozóico

A Plataforma Sul-Americana, ao se estabilizar entre 0,540–0,250 Ga, durante o Paleozóico, ensejou a estruturação de vastas sinéclises intracontinentais como a do Paraná, Parnaíba, Amazonas, Solimões, Alto Tapajós e Parecis, onde se formaram bacias homônimas. Para estes tempos foram deduzidas épocas metalogenéticas:

1. Uma cuprífera, da bacia do Parecis, marcada por depósitos de minério de cobre no Graben de Rondônia (Milani & Zalán, 1999).
2. Outra época de gênese de ferro oolítico na região do Devoniano no Amazonas, em Jatapu (Façanha da Costa, 1966; Hennies, 1969); na Serra do Roncador, em Mato Grosso (Hennies, 1969), na Bacia do Paraná; e em Paraíso do Norte situado em Miracema, na bacia do Parnaíba (Ribeiro & Dardenne, 1978, Ribeiro 1984).
3. Uma época de deposição anóxica representada pelo folhelhos oleígenos permo-carboníferos da Bacia do Paraná (Abreu, 1962; Schneider et al., 1974).
4. Uma época permo-carbonífera evaporítica, assinalada pelos sais potássicos de Fazendinha, na Bacia do Amazonas (Sad et al., 1982; 1997).

4.8. Mesozóico

O notável fenômeno de rompimento do Supercontinente Gondwana com a procedente abertura e formação do oceano Atlântico Meridional, durante o Mesozóico (0,250–0,650 Ga) provocou sucessivas reativações tectônicas com fenômenos de mineralização da Plataforma Sul-Americana e conseqüente geração de relevantes depósitos minerais da Época Metalogenética Sul-

Atlantiana. Já no Eocretáceo eclodiu extenso vulcanismo de fissura de natureza predominantemente basáltica na Bacia do Paraná, o segundo maior de mundo, aos quais se associam depósitos de ágata e ametista na região sulriograndense das províncias de Salto do Jacuí e de Alto Uruguai/Irai.

À Época Metalogenética Sul-Atlantiana relacionam-se dentre outros, os seguintes depósitos minerais mais significativos:

1. Os primeiros diátremas de complexos alcalino-carbonatíticos de Jacupiranga, SP (Gaspar, 1989) e Anitápolis, SC (Ulbrich & Gomes, 1981), são posicionados, contendo concentrações importantes de apatita e outros metais inclusive ETR, magnetita.
2. Filões produtivos de fluorita de Santa Catarina e Vale do Ribeira (Savi, 1980; Savi & Dardenne, 1980; Ronchi et al., 1993; Santos, 1988; Dardenne et al., 1997).
3. Chaminés de kimberlitos portadores de diamante de Paranatinga (MT).
4. O estágio inicial do primevo Oceano Atlântico, ao largo da costa do Brasil, era um golfo restrito que permitiu por processo de precipitação evaporítica a acumulação de relevantes depósitos de sais de potássio, halita, e gipsita que se denominou a época evaporítica do Aptiano. Relacionam-se a tal época os depósitos de sais que recobrem os estratos com novos recursos de petróleo descobertos entre 2006-2008 no Brasil, com perfuração profunda na plataforma, em *off-shore* e que deverão ser desenvolvidos nos próximos anos.
5. Entre 90 e 80 Ma a reativação do rifts preexistentes abriu espaço para novos diátremas de complexos alcalinos e alcalino-carbonatíticos com uma plêiade elementos como segue: de Araxá com apatita, nióbio, ETR (Guimarães, 1953; 1961; Guimarães, & Dutra, 1962; Dutra, 1985; 2002); Tapira com apatita, titanita, ETR (Grossi Sad, & Torres, 1968; Melo 1997) Poços de Caldas com minerais uriníferos, alumina, ETR (Guimarães, 1961; Ulbrich e Gomes. 1981); Serra Negra (Guimarães, 1961), todos estes em MG. Em Catalão, com apatita e nióbio ETR (Carvalho e Bressan, 1997; Danni et al. 1991; Araújo, 1996) e Santa Fé (apatita), estes em GO (Gaspar, & Danni, 1981; Gaspar & Wyllie, 1984).
6. Também as chaminés de kimberlitos portadores de diamante do Alto Paranaíba e Juína. (Leonardos & Meyer, 1991; Teixeira, 1996).
7. Nas bacias costeiras marginas do país acumularam-se depósitos de barita como os de Camamu e Fazenda Barra (Bodenlos, 1948; Netto 1977; Campos, 1983; Dardenne & Campos, 1984). E de fosforita na bacia Cretáceo Superior de Paraíba/Pernambuco (Kegel, 1955; Moreira Neto e Amaral, 1997).

4.9. Cenozóico

Por fim, durante o Cenozóico (<60 Ma), dos tempos do Paleógeno ao Quaternário, formaram-se numerosos depósitos minerais gerados por processos de meteorização, lateritização e enriquecimento supregênico.

Tais processos ensejaram a formação de relevantes jazidas de bauxita (muitas de grande porte), caulim, depósitos de minério de ferro, manganês, de titânio, de nióbio, de ouro secundário, de níquel (em garnierita) em vários rincões do Brasil, como no Sudeste, Centro-Oeste e na vasta Amazônia, do Paleógeno ao Quaternário.

Formaram-se importantes depósitos de placeres de metais, por concentração gravimétrica, como ouro, cassiterita, diamantes em depósitos aluvionares e paleoaluvionais, nos sedimentos fluviais, e em áreas deposicionais litorâneas.

As principais concentrações secundárias de ouro são registradas nas províncias minerais de Amapá, Tapajós, Rio Madeira e Alta Floresta, enquanto as de cassiterita se localizam no Distrito de Pitinga e na Província de Rondônia. Na Amazônia, ainda existe um grande potencial favorável para esse tipo de depósito, principalmente em relação a terraços aluvionares e a paleovales soterrados, abordados por Bettencourt et al. (1988), Veiga, (1988), Veiga et al. (1988) no Distrito de Pitinga na

Província de Rondônia e na região do Amapá, e como os descritos por Bastos (1988), no garimpo de ouro do Periquito.

Mas não só pelo aspecto geoeconômico os placeres de ouro e de cassiterita tem uma grande relevância na região amazônica. Porque os aluviões e paleo-aluviões são encontrados, muito próximos aos jazimentos primários, este fato lhes confere uma importância geocientífica crítica porque denuncia terem ocorrido mudanças climáticas drásticas durante o Quaternário (Veiga, 1988; Veiga *et al.* 1988). Portanto, estudos mais detalhados dos placeres enfocando tais aspectos e em escala mais ampla, poderão trazer informações sobre variações climáticas atuais e futuras, o que tem clara estratégia.

São importantes também, os placeres de ilmenita, rutilo, zircão, monazita (Abreu, 1962), como, por exemplo, na costa e praias do Espírito Santo (Guarapari, Marataízes, Aracruz), Bahia (Porto Seguro), Paraíba, Rio Grande do Norte (Marataca) e Rio Grande do Sul (ilmenita em Bujuru; Santos *et al.* 1998).

Cumpramos ressaltar que muitos dos minérios usados em metalurgia e seus produtos que participam de insumo à nossa indústria e/ou da pauta de exportação foram gerados nessa época. Assim temos os minérios itabiríticos supergênicos e manganês, bauxita, ouro secundário no Quadrilátero Ferrífero e Zona da Mata, do pirocloro e apatita de MG. Os minérios de Mn do Amapá que foram todos exportados para os EUA e o ouro secundário de Amapá e Amazônia. Os minérios supergênicos de ferro e manganês de Carajás. A bauxita do Pará.

5. ANÁLISE CRÍTICA

Ao longo do texto acima foram feitas observações críticas construtivas, principalmente no tocante a trabalhos que precisam ser aprofundados visando os próximos anos (20) para que o país possa progredir continuamente e sustentavelmente no setor geológico, no de transformação mineral e em ações de preservação ambiental, prevenção e mitigação de riscos geológicos.

Apresentaremos aqui uma análise crítica a guisa de síntese.

Talvez a maior circunstância negativa que precisa ser enfatizada, sendo necessário, lutar-se continuamente contra ela, refere-se às interrupções no fluxo de verba tanto para o SGB/CPRM quanto para o DNPM, que sempre aconteceram na história política, econômica, científica e social do Brasil, como já demonstraram muitos estudos sócio-políticos.

Cada vez que há uma interrupção em qualquer programa de governo e no caso específico dos programas do SGB, além da desmotivação e as perdas financeiras das paralisações, ocorre uma fuga de profissionais experimentados nos quais o SGB investiu na sua formação, fuga esta para o mercado de trabalho com salários mais atraentes. No RT 10 mencionamos tal fato, mas é preciso repeti-lo.

No Brasil há profissionais qualificados em todos os ramos do saber. O que sempre tem faltado é um ambiente governamental e uma cultura nacional (no sentido de valores) que permitam que os profissionais certos, nos locais certos, nos tempos certos (longo tempo, sem interrupções) façam o seu trabalho. O país tem sempre funcionado como uma curva similar à uma senóide, porém, muito irregular, com épocas de desenvolvimento e esperança, épocas de recessão, desespero social, empobrecimento e aí tem-se de começar tudo quase que da estaca zero. Isto é agravado com o crescimento populacional, pois quando ocorrem os baixos da curva, sobrevêm o desemprego e o empobrecimento do povo.

Não pode o país passar por conjunturas e circunstâncias e correr o risco de repetir às décadas perdidas! É preciso dar um basta definitivo a tal possibilidade e trabalhar denodadamente para se caminhar continuamente para o desenvolvimento.

Cumpra aperfeiçoar o processo democrático, visando terminar com a desigualdade existente no Brasil.

Conhecimento perdido é extremamente difícil de ser recuperado, seja ele material ou em RH. Basta se lembrar da Biblioteca de Alexandria e as grandes perdas de vidas e econômicas das duas grandes guerras do Século 20.

Além das considerações acima, o desafio é enorme. São grandes as dimensões das áreas a serem estudadas do ponto de vista de pesquisa mineral e conhecimentos geológicos básicos visando o futuro distante, considerando-se as dimensões continentais do Brasil.

Os cenários econômicos que deverão ser estudados em alguns dos demais relatórios do Plano Decenal permitirão o estabelecimento de metas e programas.

Muitos estudos precisam ser aprimorados também, não obstante os recentes avanços, porque variados recursos minerais existentes e potenciais referem-se ao evento tectônico como o rifteamento, durante o qual o Supercontinente Gondwana se fissionou, com a seqüente separação progressiva da África da América do Sul. Os estágios do processo de rifteamento (Ojeda, 1981; Cainelli & Mohriak, 1999), que ensejaram a progressiva abertura do Oceano Atlântico Sul criaram reativações de antigos lineamentos e aparecimento de novas estruturas tectônicas e a individualização de soerguimentos regionais durante o Evento Sul-Atlântico (Schobbenhaus et al. 1984).

Outra necessidade de estudos adicionais, por exemplo, são os complexos alcalino-carbonatíticos e as províncias kimberlíticas que ocorrem em zonas arqueadas e falhadas nas bordas das bacias do Paraná, Parnaíba (Grossi Sad & Torres, 1968, Almeida, 1986) e do Amazonas. Três grandes lineamentos estruturais (**Figura 4**) são metalotectos controladores da posição das províncias alcalinas brasileiras. O primeiro, e mais importante, é chamado de 125°AZ (ou AZ-125°), por causa de sua direção ou azimute ser 125°.

Na província alcalina do Triângulo Mineiro é proeminente geológica e geofisicamente o Lineamento Alto Parnaíba, que se estende para sudeste até o litoral do Rio de Janeiro e alcança até o leste da Rondônia, cruzando Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Junto ou próximo ao 125°AZ, na região do Estado do Rio de Janeiro, afloram rochas fonolíticas e sieníticas. Em Minas Gerais, no Triângulo Mineiro, ocorrem os complexos alcalino-carbonatíticos economicamente importantes e a maior província kimberlítica-lamproítica conhecidos no país. Em Goiás, ocorrem os complexos alcalino-carbonatíticos, na região de Catalão, kimberlitos, na região de Iporá, e complexos ultrabásico-alcalinos, próximo à divisa com o Mato Grosso. No Rondônia e Mato Grosso há as respectivas províncias kimberlíticas do Paranatinga e do Aripuanã, provavelmente as que têm kimberlitos com maior potencial econômico e os “pipes” com mineralizações mais significativas estão, segundo Gonzaga & Tompkins (1991) desde o Parguazense (1,6-1,5 Ga) em regiões tectonicamente estabilizadas.

Outro lineamento relevante é o Lancinha-Cubatão, que se alonga desde o Estado do Paraná até o Rio de Janeiro, onde encontra o 125°AZ (Bardet in Biondi, 2004). Os principais complexos alcalinos associados a esse lineamento são: os do Mato Preto, Tunas e Banhadão, no Estado do Paraná; Barra do Itapirapuã, Jacupiranga, Morro do Serrote bem como Ipanema, em São Paulo (Melcher, 1966, Biondi, 2003); e todas as intrusões da região de Rezende, no Rio de Janeiro, destacando-se pelos depósitos minerais que contêm ou por suas dimensões, como a do Morro Redondo, a intrusão de Tamguá-Rio Bonito e o maciço de Itatiaia (Valença, 1980). Talvez os complexos alcalinos de Lages e Anitápolis, no Estado de Santa Catarina também estejam

correlatados a este lineamento. Almeida (1986) situa esses complexos alcalinos em uma estrutura por ele batizada de Lineamento Blumenau (Hartman et al. 1980), posicionado na zona de inflexão entre o Arco de Ponta Grossa (Paraná) e o grande sinclinal de Torres (Rio Grande do Sul). O Lineamento Blumenau prolonga-se na África (Jansen, 1984; Jansen et al. 1984): cruza Angola, onde é balizado pelos complexos alcalinos e kimberlíticos de Nova Lisboa e pela província kimberlítica de Lunda; e termina no Zaire, na região dos kimberlitos de Mbuji Mayi. Gomes et al. (1990) advogam que as intrusões alcalinas, situadas no Estado do Paraná e sul de São Paulo, sejam controladas pelos lineamentos Guapiara, São Jerônimo-Curiúva, Rio do Alonzo e Rio Piquiri, semi-paralelos, orientados segundo SE-NW, associados ao arco de Ponta Grossa, estruturado no Jurássico.

O lineamento Transbrasiliano (Schobbenhaus et al.1975), tem direção geral dada pelo azimute 45° (Fig. 3.41). Deve ser o maior de todos, com mais de 2700 km de extensão, indo desde o sul do Estado do Mato Grosso do Sul até a região de Fortaleza, no Estado do Ceará. Cruza o lineamento 125°AZ a oeste de Goiás, em uma região onde ocorrem vários complexos ultrabásico-alcalinos mineralizados, como a Água Branca, Santa Fé, Morro do Engenho, Salobinha, Fazenda Furnas e Rio dos Bois (Berbert, 1970). Na região de Picos, no Estado do Piauí, associada espacialmente com este lineamento situa-se a província kimberlítica de Gilbués-Picos. Próximo a Fortaleza, no Ceará, a sua presença é marcada por várias intrusões alcalinas. Sua reativação é um fato já provado.

Há numerosos complexos alcalinos e alcalino-carbonatíticos na região norte do Brasil, nas margens norte e sul da Bacia Amazônica, além de inúmeros garimpos de diamante que sugerem a presença de kimberlitos e/ou lamproítos. As datações existentes indicam que a maior parte das intrusões alcalinas e carbonatíticas da região norte têm uma idade meso a paleoproterozóica; são elas, assim, muito anteriores, portanto, às das regiões central, sudeste e sul do país, que têm idades jurássicas. Ainda não se conhecem lineamentos tectônicos controladoras destas intrusões. O mesmo pode ser afirmado quanto ao grupo de intrusões situado a sudeste do Estado da Bahia que não parecem controladas por qualquer grande estrutura tectônica e cujas idades estão entre 500 e 700 Ma.

Embora a maioria das intrusões alcalinas mineralizadas esteja situada ao longo do lineamento 125°AZ, não se tem provas palpáveis, ainda, de que o lineamento seja especialmente favorável a mineralizações e a associação pode ser apenas bizarra. Mas, pelo fato das intrusões conhecidas, em sua maioria, estarem associadas espacialmente com esse lineamento, a sua zona de influência merece estudos de detalhe visando à descoberta de novos depósitos minerais. O extraordinário é que as quatro regiões com pipes de kimberlitos mineralizados como Coromandel, Paranatinga, Três Ranchos-4 e Aripuanã, estão situadas na zona de influência do lineamento em foco.

Outra questão crítica é se realizar levantamentos de geofísica profunda tal como o excelente estudo efetuado por Soares et al. (2005, 2006) na região central de Goiás. Como são estudos multidisciplinares, a modalidade de cooperação estabelecida pelos autores citados com outros pesquisadores nacionais e estrangeiros e o modo de financiamento pode ser emulado pelo SGB/CPRM. Aliás, este órgão já tem costume de realizar tais convênios desde sua fundação. É, pois, questão de se dinamizar as ações administrativas e financeiras.

Levantamentos geoquímicos deverão sempre acompanhar os LGB. Como exemplo, dentre tantos, por ser o mais contundente, cita-se a antiga URSS que possuía um amplo programa de levantamentos geoquímicos de seu território, com ênfase nas áreas planas de tundra, na década de 1950 e 1960. Nesta época o saudoso Dr. Bendito Paulo Alves, então Diretor do DNPM em Minas Gerais, tinha ido a um congresso de geologia em Moscou e contou-me este fato pessoalmente.

Durante o programa se coletavam cerca de 30.000 amostras anuais nas quais se dosavam mais de uma trintena de elementos! O que para a época era uma façanha! Outra questão que o SGB deve desenvolver é aquisição e aplicação tecnológica da Realidade Virtual 3-D Aplicada a

Aquisição de Informações do Subsolo (Pereira, 2002). A Petrobrás já a usa correntemente. Será fácil para o SGB entrar em entendimento com a Petrobrás com tal objetivo. Dentre as vantagens da Realidade Virtual 3-D, Pereira (2002) salienta as seguintes:

REALIDADE VIRTUAL 3-D

- Pessoas realizam a mesma tarefa com igual competência, seja em um ambiente com técnicas de ou não.
- As pessoas que utilizam o ambiente RV-3D fazem a tarefa mais rápido.
- Na Indústria de Petróleo e Gás Natural, o custo da perfuração de um poço é enorme.
- Aplicações de RV que se utiliza de técnica de captura de informações do subsolo diminuem os riscos da perfuração.
- Na arqueologia, muitos sítios arqueológicos possuem restrições de acesso ao público.
- A RV permite às pessoas comuns, estudantes e professores conhecerem estes locais.

5.1. Amazônia

Para mencionar um dos maiores desafios entre muitos, e em todos os campos do conhecimento, cita-se a Amazônia que cobre cerca de 60% do território nacional.

Segundo Marini et al. (2007), a Amazônia representa o maior desafio em termos de conhecimento geológico como base para o seu desenvolvimento mineral e agropecuário sustentável.

Ademais, é uma região imensa que demanda urgente implementação de ações realísticas de defesa de suas fronteiras como fundamento para que o Brasil exerça e preserve não só sua soberania nacional, mas ao mesmo tempo impeça os brasileiros especuladores (no mal sentido) de buscarem desonestamente o lucro, atacando a região, destruindo-a quanto aos seus recursos.

É alvissareiro que o Governo Brasileiro tenha autorizado (3/08/09) a liberação de R\$ 3 milhões para construção dos navios visando ao estudo da Amazônia, repassando ainda R\$ 6,1 milhões ao Serviço Geológico do Brasil, à Aeronáutica, Exército e Marinha, para a execução do Projeto Cartografia da Amazônia, sob a responsabilidade do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM).

O Projeto de mapeamento da região amazônica já consumiu em 2009, R\$ 31,6 milhões. Em 2008 os gastos alcançaram a cifra de 68,5 milhões de reais, dos 350 milhões destinados para acabar com o vazio cartográfico de 1.796.256 de quilômetros quadrados na Amazônia Legal. As áreas mais desprovidas de cartografia estão espalhadas pelo Amazonas, Pará, Amapá, Mato Grosso e parte do Acre, Maranhão e Roraima.

Muitos países tem programas especiais de LGBs multiusos e integrados com LGA para suas regiões ainda inexploradas ou pouco conhecidas visando a descoberta de bens minerais, recursos naturais, conservação, etc.

Podem ser citados sinteticamente alguns dos seguintes, dentre os numerosos exemplos, de países, com grande extensão territorial, todos eles prestando-se como *estudo de casos* pelo SGB/CPRM:

Austrália: o *distante* oeste australiano; suas regiões desérticas, os grandes escudos de Yilgarn e Pilbara; a Grande Barreira de Coral, a plataforma submarina.

Canadá: o distante norte e o Território do Noroeste e Yukon; a Cordilheira Canadense; a plataforma submarina.

China: o Planalto do Tibet, a parte Centro Sul de Xinjiang e a parte Norte das Montanhas Daxing'anling; a plataforma submarina;

EUA: o *distante oeste*, o Alasca, suas ilhas em várias partes do mundo; suas belezas naturais e respectivas áreas de conservação de geobiodiversidade, a plataforma submarina; a região da passagem norte (em colaboração como o Canadá); a *fronteira oceânica mundial*. Todos os locais onde a sismicidade associada ou não ao vulcanismo, são fenômenos potencialmente causadores de riscos geológicos. Geologia urbana dos grandes centros populacionais, etc.

5.2. Fomento à Exploração Mineral

Quanto ao Fomento da Exploração Mineral, quais medidas devem ser tomadas para que o Brasil atraia mais investimentos?

Veja-se primeiro os investimentos mundiais em exploração mineral (**Tabela 1**) e compare-se com que o setor privado aplica no Brasil (**Figura 8**).

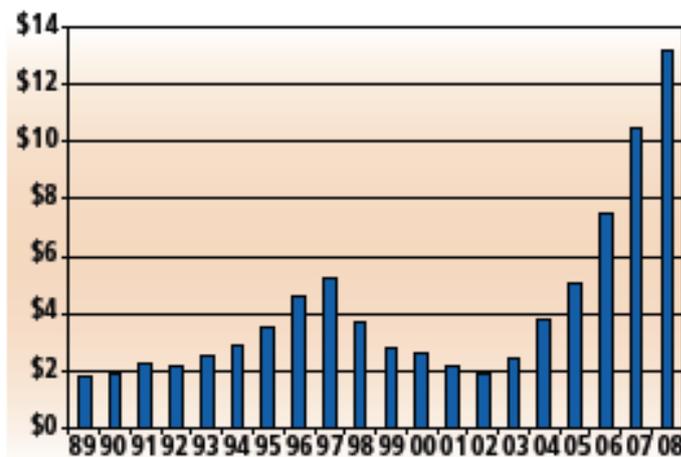
Tabela 1: Despesas com exploração mineral no mundo.

(Fonte: Metals Economic Group, 2009). Retirada de Ladeira, 2009, RT 10.

Excluindo-se Urânio:	Bilhões US\$
Exploração total para não ferrosos (abarcando. 1912 companhias). *	12,6
Estimativa para todo do mundo (para não ferrosos).	13,2
Incluindo-se Urânio (para não ferrosos); total de 2085 companhias.	13,75
Estimativa mundial para exploração(não ferrosos) **	14,40

* Estimativa de MEG: as companhias cobertas pelo CES de 2008 respondem por cerca de 95% dos orçamentos para exploração de não ferrosos.

** Incluí-se aqui o adicional de 5% de despesas planejadas que a MEG não conseguiu obter.



© Metals Economics Group, 2009

Figura 5: Orçamento total mundial de exploração mineral em 2008.

Está excluído o urânio para o período 1989-2008. Em bilhões US \$ (Fonte: Metals Economic Group, 2009).

Os países mostrados na **Figura 8**, respondem por mais de 60% do orçamento total de US \$ 12,6 bilhões, em 2008, investidos em exploração mineral. Relativamente aos países de grande área, e.g. Canadá e Austrália, o Brasil investiu muito pouco. Países de área menor investiram mais que o Brasil, como o Chile, Peru e México. A China é uma incógnita, parecendo preferir importar e fazer estoque, como fazia os EUA no século passado (interpretação do autor).

Em 2008, o investimento em exploração mineral no Brasil (**excluindo minério de ferro e petróleo**), pode ser estimado em cerca de US \$ 378 milhões, cerca de 3% do que os 12 países mais ricos investem, um total de US 12.6 bilhões de dólares, conforme dados da MEG de 2009 (Metals Economic Group).

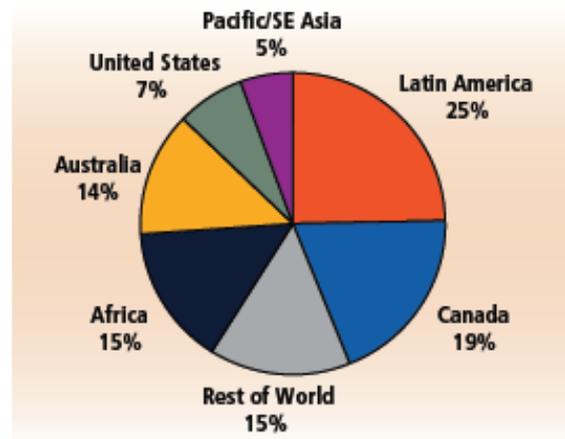
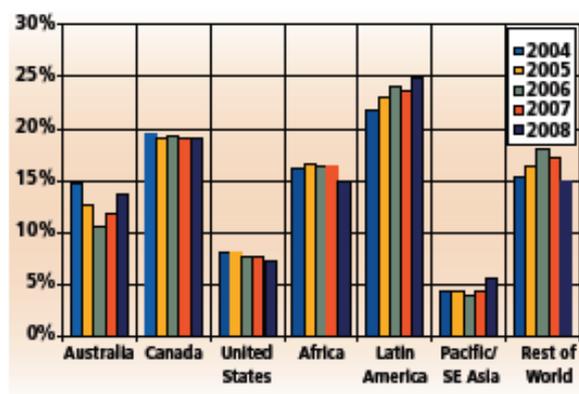


Figura 6: Orçamentos de exploração mineral por regiões, 2008 para 1912 mineradoras.

Total de US\$ 12,6 bilhões (Fonte: Metals Economic Group, 2009; formato modificado).



© Metals Economics Group, 2009

Figura 7: Percentuais orçamentários de exploração mineral por regiões, 2004-2008.

(Fonte: Metals Economic Group, 2009; formato modificado).

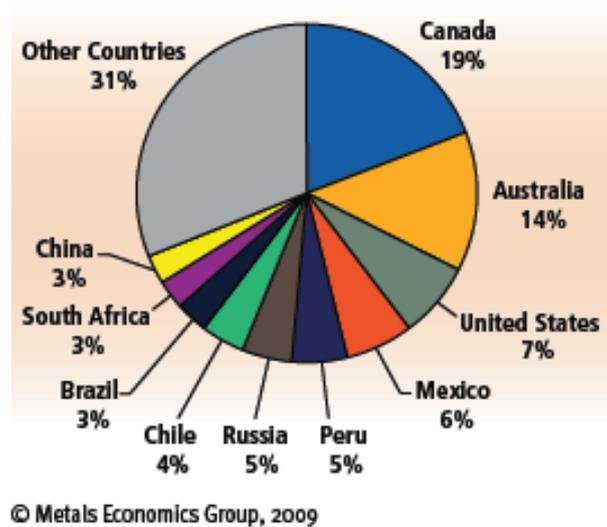


Figura 8: Percentuais orçamentários de exploração mineral para alguns países em 2008.

(Fonte: Metals Economic Group, 2009; formato modificado).

O gráfico da **Figura 9**, mostra os altos e baixos de dotação orçamentária da CPRM (criada em 1969) e início de suas atividades (1970). Observem-se uma curva irregular com pontos mínimos de receita, resultado e custo operacionais em 1989. Observam-se os respectivos acréscimos de receita e retomadas dos levantamentos geológicos básicos em 1993-1994 e a partir de 2004, principalmente. A curva retrata como as crises econômicas que se abateram sobre o país, refletiram deletariamente no SGB/CPRM.

A **Figura 10** demonstra que o Brasil se acha na **interseção favorável de três círculos críticos**, onde se caracterizam a extensão territorial, PIB em crescimento e mercado interno de grande potencial o que tem sido comprovado pelo crescimento do consumo no ano de 2009. Neste ultimo caso, bastou o Governo Federal ter reduzido a partir de abril de 2009, alguns impostos de veículos, produtos da linha branca e materiais de construção, que todos que puderam foram às compras, aquecendo a economia.

Note-se, entretanto, lamentavelmente, que não se reduziram impostos na área da saúde e educação.

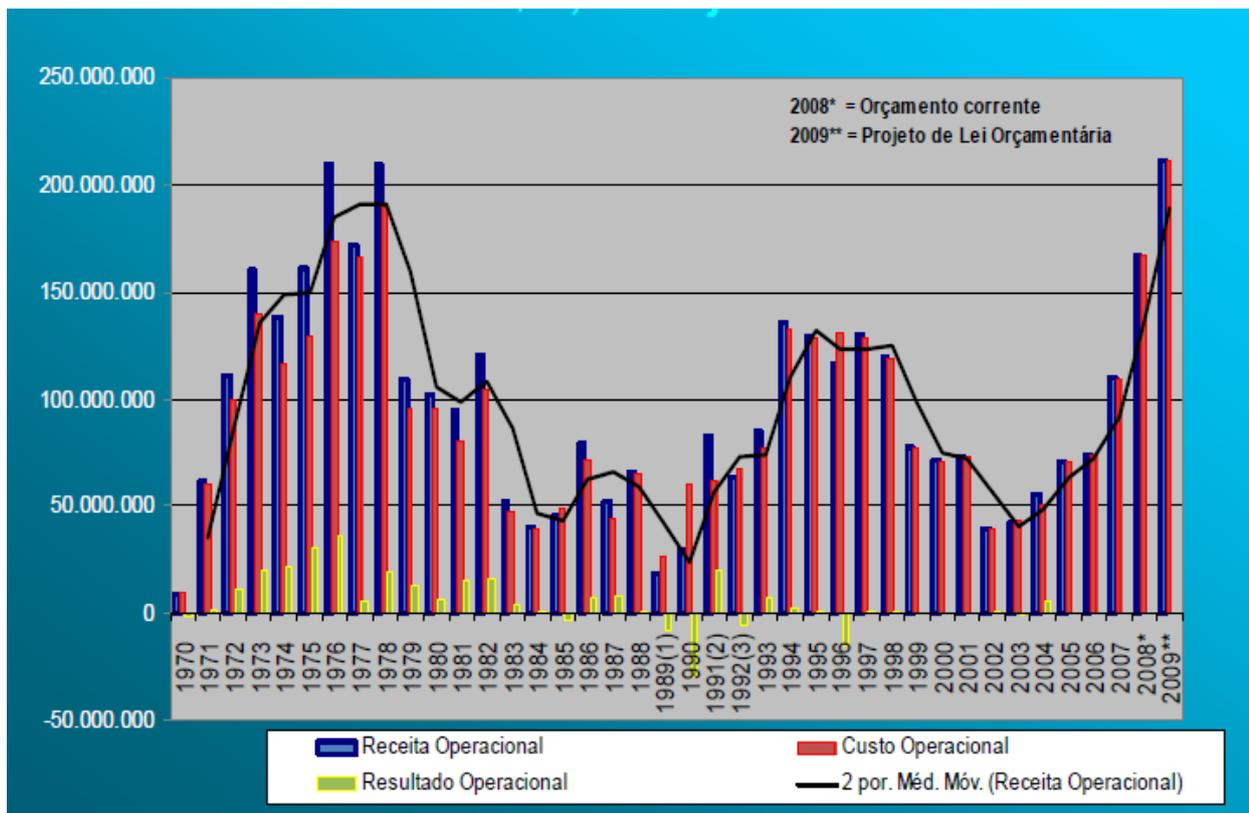


Figura 9: SGB/CPRM - Demonstração de Resultados - US\$ 1,00 de junho 2008.

(Scliar, 2009b, modificado).

Observam-se os pontos mínimos de receita, resultado e custo operacionais em 1989 e os respectivos acréscimos de receita e retomadas dos levantamentos geológicos básicos em 1993-1994 e a partir de 2004 principalmente.

Além do Brasil, os países que se acham **na área de interseção favorável dos três círculos** são a China, EUA e Rússia. Outras nações como o Canadá e Austrália, com elevado IDH, têm um mercado interno relativamente modesto em face da população decrescente.

Os dados das **tabelas 2 e 3** cotejados com os demais dados apresentados por este relatório, tornam claro que a relevância do Brasil para si próprio e para a economia global é potencialmente maior do que nós brasileiros pensamos. Tal relevância estratégica pode se transformar em realidade, na medida em que o país tome as rédeas de seu destino, promovendo o seu desenvolvimento visando o bem estar social.

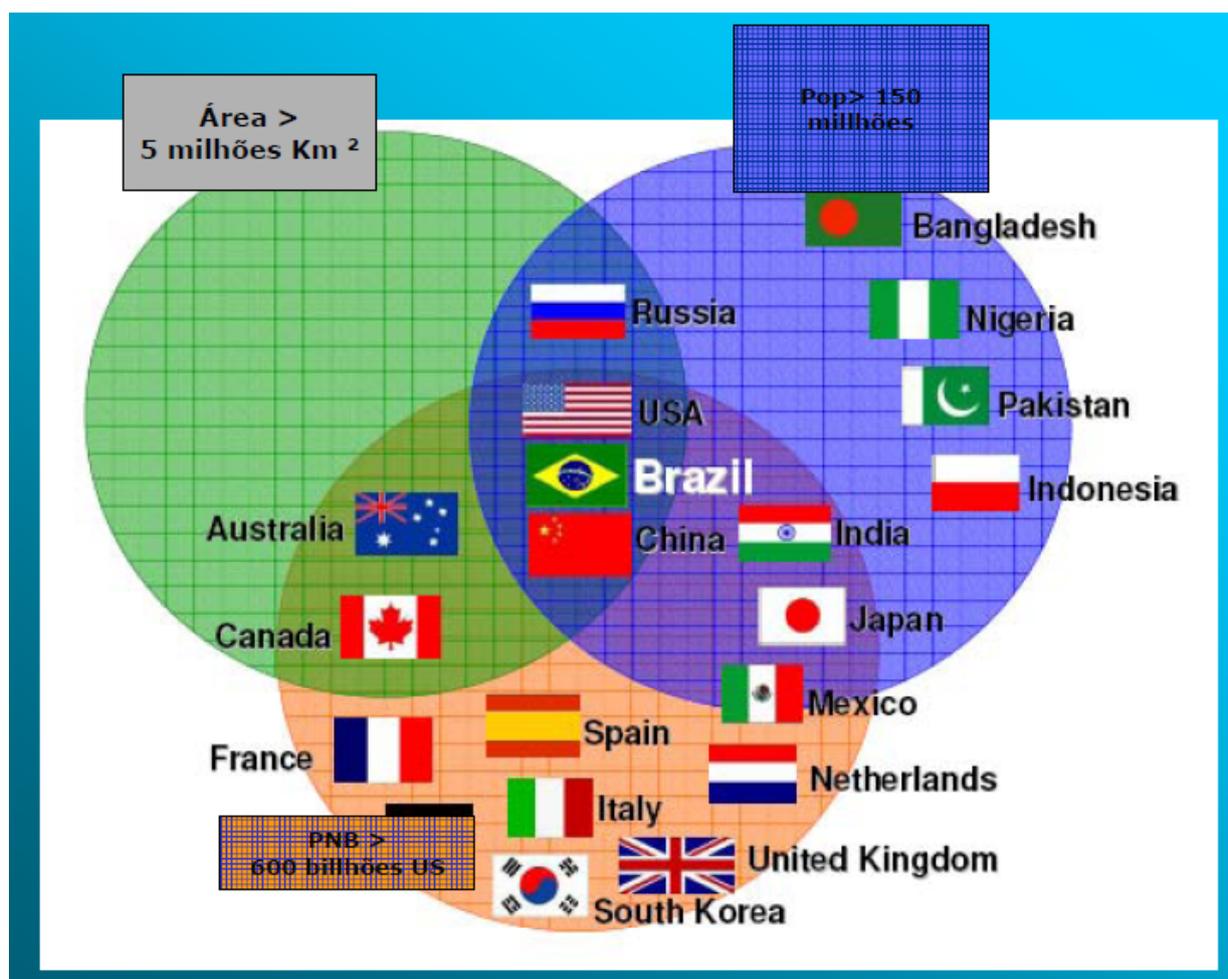


Figura 10: Áreas, PNB e populações de países selecionados.

(Scliar, 2009a, modificado).

RANKING DAS PRINCIPAIS CLASSIFICAÇÕES DO BRASIL
NO TOTAL DAS RESERVAS MINERAIS MUNDIAIS (2007)
QUADRO 5.3

Substâncias Selecionadas	Reservas	Produção
1º) Nióbio	98,0	96,6
Tantalita	nd	Nd
2º) Grafita	34,8	7,5
3º) Alumínio (bauxita)	10,6	12,7
Vermiculita	11,3	3,7
4º) Estanho	11,8	3,7
Magnesita	8,9	8,2
5º) Ferro	9,8	18,6
Manganês	10,1	16,6

Fonte: DNPM - Sumário Mineral; Dados Processados por ConDet

Tabela 2: Ranking do Brasil no total das principais reservas minerais mundiais.

(Fonte: Calaes, 2009, modificado)

CUSTOS MÉDIOS DE EXPLORAÇÃO MINERAL - 1969-1988
QUADRO 5.4

Indicadores	Unidade	Brasil
Investimentos em Exploração	US\$ Milhões	388
Nº de Depósitos Descobertos	Unidade	34
Nº de Depósitos Econômicos	Unidade	24
Taxa Interna de Retorno	% ao ano	20
Custo Total/Depósito Econômico	US\$ Milhões	16
Custo Unitário de Exploração	US\$/oz recuperada	18

Fonte: DNPM, 1991.

Tabela 3: Custos médios de exploração mineral, Brasil, 1969-1988 e retorno econômico.

(Fonte: Calaes, 2009, modificado).

O consumo de produtos derivados do processamento de bens minerais (**Tabela 5 e Figura 11**) mostra que os minerais terão sempre importância para a civilização, o que só tenderá a crescer.

Por ser o Brasil é um dos grandes abastecedores do mercado mundial, o país precisa usar esta condição estrategicamente e implementá-la.

E, também, quanto ao mercado interno, à medida que o país se empenhar para crescer, proporcionando condições para que sua grande população, através da educação continuada em todos os níveis, programas de saúde e crescimento do emprego, encontre realização no desenvolvimento individual e familiar.

A **Tabela 6**, com indicadores sociais, demonstra que embora tenham ocorrido pequenas melhorias em alguns índices, o país não pode se deixar ficar em berço esplendido. Há que forçar o desenvolvimento econômico e social (maiores detalhes em Calaes, 2009).

Considerações semelhantes, às apresentadas acima, têm sido abordadas incontáveis vezes, por muitos estudiosos dos temas nacionais os quais tem propostos soluções (Forman, 2000; Souza; 2000; Lins et al. 2000). Uma das últimas sínteses acha-se em Veja (2008).

No RT-10 (Ladeira, 2009), apresentamos vários dados e informações de outros países para responder a seguinte pergunta:

Qual é o valor em R\$ dos mapas geológicos para o usuário?

A resposta é 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., concluiu-se que o impacto econômico dos mapas geológicos sem considerar a detecção de jazidas minerais, dá um **retorno econômico de 25 a 30 vezes o custo de um programa de mapeamento.**

Deve-se enfatizar que o retorno deve ser muito maior, pois os benefícios intangíveis em educação e outros usos, são de difícil avaliação.

Caso um programa de levantamentos geológicos descubra recursos minerais, o impacto pode ser maior, mesmo considerando-se o preço de minério *in situ*. Mesmo neste caso, **o retorno econômico pode ser de milhares de vezes o valor investido no mapeamento geológico.**

Estima-se que um programa para o SGB/CPRM de levantamentos geológicos (LGBS+LGA) para o país (obviamente excluindo a geologia do petróleo) na escala de 1:100.000 orçaria por volta de cerca 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.

Considerando-se o retorno estimado mínimo de 25 a 30 vezes o aplicado, é óbvio que vale a pena o investimento em tal programa.

Apenas para enfatizar, recorde-se que, graças aos levantamentos geológicos, foi possível ao Brasil se colocar entre os poucos países com reservas de urânio (**Tabela 4**)

PAÍS	t U
Cazaquistão	957.000
Austrália	910.000
África do Sul	369.000
Estados Unidos	355.000
Canadá	332.000
Brasil	309.000
Namíbia	287.000
Total no Mundo	4.416.000

Tabela 4: Recursos em urânio do Brasil.

(Retirado de Gomes et al. 2003).

Outro exemplo, entre muitos recentes, de retorno importante, ocorre em Barro Alto (GO).

O complexo homônimo, mapeado e estudado na década de 1970 pela CPRM (Berbert, 1970) dentro em breve dará seus frutos. O retorno deverá ser milhar de vezes o valor dos investimentos feitos pelo governo na década de 1970, sem contar os investidos pela empresa mineradora.

Uma nova usina industrial, para produzir a liga ferro-níquel, será inaugurada em Barro Alto, em 2011, com um investimento ao redor de US\$ 1,6 a e US\$ 1,8 bilhão. A indústria de transformação mineral deverá gerar cerca de 4.000 novos empregos durante a implantação e cerca de 700 postos de trabalho na fase de operação; prevê-se a produção de 36 mil/t ano de ferro-níquel. A indústria mineral-metalúrgica será referência mundial em relação ao meio ambiente: pois terá uma solução sustentável para gerir os recursos hídricos. Para isto, será construído um reservatório de resfriamento e recirculação de água, inclusive a de chuva, que será utilizado no processo de resfriamento dos fornos elétricos e da granulação do silicato de magnésio. Toda a água a ser utilizável, será por captura e armazenamento nesse reservatório.

Para tal, o SGB/CPRM necessitaria de continuar o seu programa de convênios com as principais as universidades, instituições de pesquisa e serviços geológicos dos Estados.

O SGB/CPRM tem demonstrado que sempre que é chamado, tem contribuído com o desenvolvimento nacional, colocando à disposição da sociedade os seus produtos geocientíficos que promovem a industrial mineral e o conhecimento multidisciplinar do território pátrio.

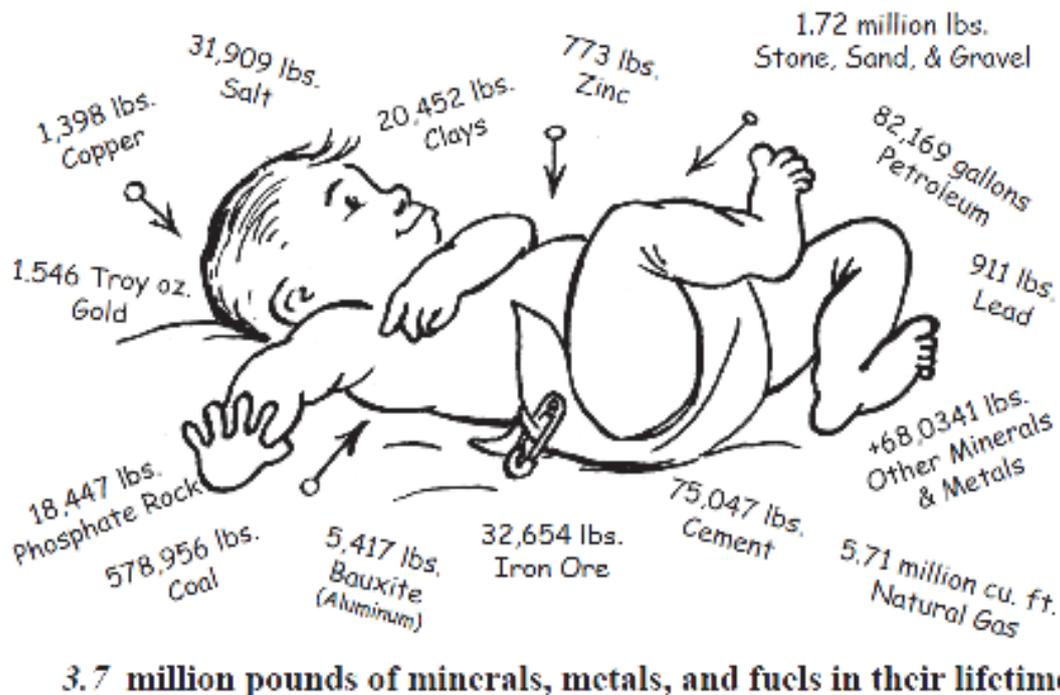
Para realizar sua missão, basta que o Governo lhe forneça os recursos financeiros e humanos necessários de maneira contínua.

CONSUMO PER CAPITA DE MATERIAIS NO BRASIL E NO MUNDO (kg/hab) 2007

MATERIAL	BRASIL	EUA [1900-1920]	MUNDO	PAÍSES DESENVOLVIDOS	CHINA
CIMENTO	245	220	395	400 - 800	800
AÇO	120	120	202	400 - 600	329
COBRE	2,4	2,0	2,7	8 - 12	3,0
ALUMÍNIO	5,0	n.d	5,7	20 - 30	7,0

Tabela 5: Consumo per capita de produtos derivados do reino mineral, Brasil, EUA e mundo.
(Fonte: Seliar, 2009a, modificado).

Every American Born Will Need . . .



© 2007, Mineral Information Institute

Figura 11: Consumo, por americano médio, desde o nascimento, de bens derivados do reino mineral.

O total será de 1,678 milhões de quilogramas!

	1970	1980	1990	2000	2008
• Esperança de vida ao nascer (anos)	51,43	56,87	64,73	68,61	nd
• Taxa bruta de natalidade (por mil habitantes) (%)	nd	32,1	24,2	21,1	16,4
• Taxa bruta de mortalidade (por mil habitantes) (%)	nd	8,6	6,9	6,3	6,3
• Taxa de Escolarização (%)	nd	nd	86,6 ^a	96,5 ^b	97,7 ^c
• Taxa de Analfabetismo (%)	nd	nd	16,4	11,4	9,1
• Participação dos 1% mais ricos (% da renda total)	nd	13,1	14,2	13,5	12,5 ^c
• Participação dos 50% mais pobres (% da renda total)	nd	13,0	11,5	12,6	14,7 ^c
• Pessoas em domicílios com renda abaixo da linha da indigência (%)	nd	15,4	18,6	14,2	8,0 ^c
• Pessoas em domicílios com renda abaixo da linha da pobreza (%)	nd	38,0*	40,0*	33,5*	22,7 ^c
• GINI	nd	0,59	0,61	0,59	0,56 ^c
• Índice T de Theil	nd	0,70	0,77	0,72	0,62 ^c
• IDH	0,462	0,685	0,720	0,765	0,800 ^c

Fonte: IBGE, IPEAdata, FGVdados ^aAno de 1992, ^bAno de 2001, ^cAno de 2007

Tabela 6: Alguns indicadores sociais do Brasil, 1970-2008.

(Fonte: Calaes, 2009, modificado)

6. CONCLUSÕES FINAIS

O trabalho apresentado neste RT-11 associado ao RT-10, demonstra que:

1. Nos últimos cinco anos, principalmente, muito foi conquistado pelo SGB/CPRM o que salientamos no RT 10. O conhecimento geocientífico do país em termos do SGB e os diversos convênios realizados com as universidades e órgãos estaduais de desenvolvimento mineral foi altamente salutar, porque, não só se produziram cartas do PLGB, mas durante o processo foi treinado um grupo enorme de estudantes e profissionais recém formados.
2. Os produtos atuais do SGB têm facilitado a vida da comunidade que trabalha com pesquisa mineral ou áreas como meio ambiente, economia, além da repercussão no ensino como um todo, principalmente, o universitário. Os excelentes livros sobre geologia, tectônica e depósitos minerais do país e a sua excelência em conteúdo geocientífico e esmero na produção gráfica merece encômios.
3. A maior circunstância negativa que precisa ser enfatizada refere-se às interrupções no fluxo de verba tanto para o SGB/CPRM quanto para o DNPM, que sempre aconteceram na história política do Brasil. Tal fato não pode mais acontecer! As verbas precisam ser aumentadas para que o país possa competir com os SGs congêneres de outros países, como os do BRIC.
4. Cada vez que há uma interrupção em qualquer programa de governo e no caso específico dos programas do SGB, além da desmotivação e as perdas financeiras das paralisações, ocorre uma fuga de profissionais experimentados, nos quais o SGB investiu para sua formação, fuga esta para o mercado de trabalho com salários mais atraentes. No RT 10 abordou-se tal fato, mas é preciso repeti-lo.
5. No país há profissionais qualificados em todos os ramos do saber. O que sempre tem faltado é um ambiente governamental e uma cultura nacional (no sentido de valores) que permitam que os profissionais certos, nos locais certos, nos tempos certos (longo tempo, sem interrupções) façam o seu trabalho.
6. Outro fator que tem mais dificultado os investimentos na área mineral e que tem afastado investidores é a morosidade dos licenciamentos ambientais.

7. O aprimoramento do site do SGB/CPRM deve ser festejado e espera-se que ele fique cada vez implementado e interativo. A criação do GEOBANK bem como, os novos programas em desenvolvimento e colocados no site para serem acessados pelos interessados é meritório. Deve-se citar que alguns dos *links* são inoperantes e que a atualização da informação deve ser perseguida mais enfaticamente.
8. Quanto mais o SGB/CPRM se aprimorar e se instrumentalizar em capacitação, eficiência e eficácia nos programas de LGBs (escalas regionais e de detalhe, incluindo aerogeofísica) estará fazendo o dever de casa no sentido de estimular o empreendedorismo em exploração mineral.

7. RECOMENDAÇÕES

Para se alcançar os objetivos propostos no item **CONCLUSÕES FINAIS**, fazem-se as seguintes recomendações:

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 dínamos-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 os tentar prever possibilitam 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 cársicas) e colapso de rochas; felizmente, em casos raros, tremores de terra localizados. Para conseguir tais conhecimentos recomendam-se:

1. Deve-se prosseguir com o Programa Nacional de Levantamento Geológicos Básicos, estabelecido pelo SGB/CPRM, incluindo novos objetivos que não somente a busca de recursos minerais.
2. Deve haver uma política (na mais elevada acepção do termo) e administração continuada, permanente, de execução de levantamentos geológicos 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.
3. Nunca é demais reiterar: deve-se buscar a excelência dos mapas e dados e sua consistência com os dados primários de campo. Todo registro do acervo do SGB deve ser consistido e amarrado até o dado primário de campo.
4. Prosseguir e ampliar os LAGS. Perfis geofísicos de natureza profunda, visando a determinação de núcleos arqueanos sob sucessões sobrepostas, precisam ser realizados, como o exemplificado, onde pesquisadores de várias universidades colaboraram sinergicamente. O SGB deve participar destes programas.
5. A separação das massas litosféricas é um problema científico por se resolver, em todos os continentes demandando pesquisa geocientíficas detalhadas e com implicações sobre a distribuição global de recursos minerais, incluindo é claro o petróleo e gás.

6. Levantamentos especializados, tanto geológicos como geocronológicos nas zonas bordejantes aos grandes lineamentos como o Lineamento Transbrasiliano, que possui mais de 2700km de extensão. Analogamente de lineamentos estruturais ortogonais àqueles do Ciclo Brasileiro em várias partes do país, e.g. Bahia e MG.
7. É preciso mapear-se de modo detalhado a vasta área do Magmatismo Uatumã.
8. Pesquisas geofísicas para fontes termais para energia elétrica visando os próximos 30 anos.
9. Obter dados geocronológicos que ainda são escassos, principalmente nas áreas conhecidas de terrenos arqueanos TTG. Idem de depósitos minerais de per si.
10. Levantar completamente o magmatismo basáltico e alcalino mesozóico do Brasil é uma tarefa dinâmica, sempre em andamento. Ainda existem muitas ocorrências a serem catalogadas, estudadas e definidas do ponto de vista geocronológico.
11. 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 ETR, havendo uma questão de reserva de mercado futuro quanto aos dominadores de preço destes bens minerais.
12. Controle cronoestratigráfico das eras tipo Esteniano na Amazônia, por exemplo.
13. Promover cartografia sistemática em escala adequada, ao longo de toda 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*). Relaciona-se com item 14.
14. 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.
15. Contribuir com os órgãos competentes 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.
16. Estabelecer um plano de desenvolvimento continuado de RH, C&T no âmbito das geociências e tecnologia mineral, para o SGB como fazem os países mais adiantados.
17. Aprimorar os museus de geociências do país tornando-os amigáveis com TI e interatividade.
18. 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 com convênios coma as IES e Fundações de Pesquisa das mesmas.
19. A compreensão da história da evolução geotectônica da Plataforma Sul-Americana é ainda inacabada, dependendo de novos projetos de aquisição de conhecimentos geocientíficos.
20. Relevante para o estudo sobre as variações climáticas presentes e futuras é que em todas as bacias a evolução das condições climáticas pretéritas deixou seu testemunho que demonstra claramente condições glaciais iniciais mudando para muito frias, frias e posteriormente quentes.

8. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são prestados ao revisor da primeira versão deste relatório, cujos comentários foram, em forma geral, acolhidos, o que contribuiu para o aperfeiçoamento deste relatório rt 11. Entretanto, quaisquer falhas ou lacunas encontradas nesta versão final devem ser imputadas ao presente autor.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. S.; DINIZ, H. B.; PRADO, M.G.B. & SANTOS, S. P., Mina de Ouro de São Bento, Santa Bárbara, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (Coordenadores), Principais Depósitos Minerais do Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral/Companhia Vale do Rio Doce, Brasília, Brazil, 1988, vol. III, p. 393-411.
- ABREU, P.A.A., KNAUER, L.G., RENGER F.E.. A rocha-matriz dos diamantes da Formação Sopa-Brumadinho da Província de Sopa-Guinda, Serra do Espinhaço Meridional. In: UFMT, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 2, Cuiabá, Publicação Especial, 1997, 03, 13-14.
- ABREU, S. F. Recursos minerais do Brasil. Instituto Nacional de Tecnologia. Rio de Janeiro. 1962, Vol. I: 413 p.vol. II: 754 páginas.
- ALKMIM, F.F. & MARSHAK, S. Trans-Amazonian orogeny in the southern São Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, vol. 90, p.29-58, 1998.
- ALKMIM, F. F. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R., & BRITO NEVES, B.B. (organizadores). 2004. Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca Produções Culturais Ltda. São Paulo, 2004,.647p., p.17-35.
- ALKMIM, F. F.; BRITO NEVES, B. B.; ALVES, J. A. C.. O arcabouço tectônico do Cráton de São Francisco, uma revisão. In: O Cráton do São Francisco. Editores: Landin, J. M. R. e Misi, H. SBG, SGM, CNPq. Salvador. 1993, p. 45-63.
- ALMEIDA, F.F.M.. Arquipélago de Fernando de Noronha. In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M., Berbert- Born, M. (eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, DNPM/CPRM/SIGEP, 2002 a, 361-368.
- ALMEIDA, F.F.M.. Ilha de Trindade. In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M., Berbert-Born, M. (eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, DNPM/CPRM/SIGEP, 2002b, 369-378.
- ALMEIDA, F.F.M. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da plataforma sul-americana. *Revista Brasileira de Geociências*, 13(3):139-158. Almeida, F.F.M., 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 1983, 7: p. 349-63.
- ALMEIDA, F.F.M., Estruturas do Pré-cambriano Inferior Brasileiro. Sociedade Brasileira de Geologia, XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, 29. Ouro Preto. Resumo, 1976, p. 201-202.
- ALMEIDA, F. F. M. Tectono-magmatic activation of the South American Platform and associated mineralization. 24th International Geological Congress. Montreal, Section 3, 339-295. 1972.
- ALMEIDA, F. F. M. Origem e Evolução da Plataforma Sul Americana. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1967. Boletim, 241, 36p.
- ALMEIDA, F.F.M., Geologia do Centro-Oeste Matogrossense. Departamento Nacional Produção Mineral, 1964, Boletim, 150: 92p.
- Almeida, F.F.M. & Lima, M. A. de, 1959, Planalto Centro-Occidental e Pantanal Mato-Grossense. União Geográfica Internacional. Guia da Excursão No 1 do XVII Congresso Internacional de Geografia. Edição do Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1959. 172p.
- ALMEIDA, F. F. M. de, Geologia da Ilha de Trindade. Departamento Nacional Produção Mineral Div. Geol. Min., Monogr. XVIII. Rio de Janeiro, 1961, 197 p.

- ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia e Petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha. Departamento Nacional Produção Mineral Div. Geol. Min., Monogr. XIII. Rio de Janeiro, 1958, 181 p.
- ALMEIDA, F.F.M., Carneiro, C.D.R. Magmatic occurrences of post-Permian age of the South American Platform. São Paulo, IG/UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS. Série Científica, 1989, Boletim 20, p. 71-85.
- ALMEIDA, F.F.M., Hasui, Y. (eds.) O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Edgard Blücher, 1984, 378p.
- ALMEIDA, F.F., BRITO NEVES, B.B., CARNEIRO, C.D.R. The Origin and Evolution of the South American Platform. Earth Science Review, v. 50:p. 77-111, 2000,
- ALMEIDA, F.F.M. DE, HASUI, Y., NEVES, B.B.B. & FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. In: Simpósio Geologia do Nordeste 8, Campina Grande, 1977. Anais do... Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977, p. 363-391.
- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A. Brazilian Structural Provinces: an introduction. Earth Science Review, 1981, 17:1-19.
- ALVARENGA, C.J.S., GASPAR, J.C. Veios albiticos e potássicos no Grupo Cuiabá, MT: petrologia e possível relacionamento com as mineralizações auríferas. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, 1992, Boletim Resumos Expandidos, 2:52.
- AMARAL, G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H. Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. Geochimica et Cosmochimica Acta, v.30, p.159-190, 1966.
- ARANTES, D., BUCK, P. S., OSBORNE, G.A., Porto, C.G.. A seqüência vulcano-sedimentar de Mara Rosa e mineralizações associadas. Soc. Brasil. Geol., Centro-Oeste, Boletim, v. 14: p.27-40. 1981.
- ARANTES, D., OSBORNE, G.A., BUCK, P. S., PORTO, C. G. The Mara Rosa volcano-sedimentary sequence and associated gold mineralization. In: Ladeira, E.A. (editor.), Brazil Gold'91, Balkema, 1991, 221-229.
- ARAÚJO, S. M. The Palmeirópolis volcanogenic massive sulfide deposit, Tocantins State. In: Silva, M.G. e Misi, A. (coords.), Base Metal Deposits of Brazil, MME/CPRM/DNPM, Belo Horizonte, 1999, 64-68.
- ARAÚJO S. M., NILSON, A.A. Depósito de zinco, cobre e chumbo de Palmeirópolis, Goiás. In: Schobbenhaus C., Coelho C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, MME-DNPM-CVRD, 1988, v. III, p. 171-180.
- ARAÚJO, S. M., FAWCETT, J.J., SCOTT, S.D. Metamorphism of hydrothermally altered rocks in a volcanogenic massive sulfide deposit: the Palmeirópolis, Brazil example. Revista Brasileira de Geociências, v. 25: p. 173-184. 1995
- BAARS, F. J. et al., Metalogenia Quantitativa do Brasil : Base de conhecimentos, métodos e exemplos. In: BIZZI, L. A., SCHOBHENHAUS, C., VIDOTTI, R. M. & GONÇALVES, J. H. (Editores.) Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM-SGB - Brasília, 2003, 674p; p. 449-499. 2003.
- BABINSKI, M., CHEMALE JR., F. & VAN SCHMUS, W.R., A idade das formações ferríferas bandadas do Supergrupo Minas e sua correlação com aquelas da África do Sul e da Austrália. Sociedade Brasileira de Geologia, Simpósio sobre o CSF, Extended Abstract, 2, Salvador, Brazil, p. 152-153. 1993.
- BABINSKI, M., CHEMALE JR., F. & VAN SCHMUS, W.R., Geocronologia Pb/Pb em rochas carbonáticas do Supergrupo Minas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Sociedade Brasileira de Geoquímica, III Congresso Brasileiro de Geoquímica, São Paulo, vol. 2, p. 628-631. 1991.

- BALTAZAR O. F. & ZUCCHETTI, M. Lithofacies associations and structural evolution of the Achaean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. *Ore Geology Reviews* 32, p. 471–499. 2007.
- BARBOSA, A. LICÍNIO M., Tectônica do Quadrilátero Ferrífero. *Semana de Estudos Geológicos do Quadrilátero Ferrífero. Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos (SICEG), Boletim nº 1, p. 49-53. Ouro Preto. 1961.*
- BARBOSA, A. LICÍNIO M., Síntese da Evolução Geotectônica da América do Sul., Escola Federal de Minas de Ouro Preto. *Boletim do Instituto de Geologia, v. 1, n.º 2, 91-111* 1966.
- BARBOSA, A. LICÍNIO M. & GROSSI SAD, J. H., Tectonic control of sedimentation of iron deposition and trace-element distribution in iron ores in a major Precambrian basin, exemplified from central Minas Gerais, Brazil. In: *Symposium on Genesis of Precambrian iron and manganese deposits, Proceedings of the Kiev Symposium, 1970, UNESCO, Paris, p. 125-131. 1973*
- BARBOSA, G.V., Superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Sociedade Brasileira de Geologia, Revista Brasileira de Geociências, vol. 10 (1), p. 89-101. 1980.*
- BARBOSA, O. Contribuição á geologia do Centro de Minas Gerais. *Mineração e Metalurgia, 14(79): 3-19. 1949.*
- BARBOSA, O. O diamante no Brasil: histórico, ocorrência, prospecção e lavra. Brasília; CPRM, 136p. 1991.
- BARBOUR, A.P., OLIVEIRA, F.M.A. Pb, Zn, Cu e Ba do Distrito de Perau – modelo sedimentar para os sulfetos no Vale do Ribeira. *Boletim IG-USP, 10:97-120. 1979.*
- BARCELOS, J. P., BÜCHI, J. Mina de minério de ferro de Alegria, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), *Principais Depósitos Mineraiis do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. II, p.77-85. 1986.*
- BARDET, M.G.. Géologie du Diamant. Parte 1: Généralités. *Mémoires du BRGM, nº83, 235 p. 1973*
- BARREIRA, C.F., SOARES, A.D.V., RONZÊ, P. C. Descoberta do depósito Cu-Au Alemão, Província Mineral de Carajás. In: SBG, *Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Manaus, Anais, 136-140. 1999.*
- BEISIEGEL, V. R., BERNADELLI, A. L., DRUMMOND, N. F., RUFF, A. & W. E TREMAINE, J. W., Geologia e recursos mineraiis da Serra dos Carajás. *Revista Brasileira de Geociências, 1973, vol. 3, n.º 4, 215-242.*
- BELO DE OLIVEIRA, O. A. & VIEIRA, M.B.H. Aspectos da deformação dúctil e progressiva no Quadrilátero Ferrífero. *Sociedade Brasileira de Geologia, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 4, Belo Horizonte, Brazil, 1987, Boletim 7, p. 237 -253.*
- BELO DE OLIVEIRA, O. A. & TEIXEIRA, W., Evidências de uma tectônica tangencial proterozóica no Quadrilátero Ferrífero. *Sociedade Brasileira de Geologia, Congresso Brasileiro Geologia, 36, Recife, Brazil, 1990, vol. 6, p. 2589-2604.*
- BERBERT, C. O., Geologia dos complexos básicos-ultrabásicos de Goiás. *Sociedade Brasileira de Geologia, XXIV Congresso Brasileiro de Geologia. Brasília, 1970, p. 41-50.*
- BERNADELLI, A.L. Jazida de manganês do Azul. In: SBG, *Simpósio de Geologia da Amazônia, 1, Belém, Anexo Anais, 47-60. 1982.*
- BERNADELLI, A.L., BEISIEGEL, V.R. Geologia econômica da jazida de manganês do Azul. In: SBG, *Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, Anais, 1978, 4:1431-1444. 1978.*
- BERNADELLI, A.L., MELFI, A.J., OLIVEIRA, S.M.B., Trescases, J.J. 1983. The Carajás nickel deposits. In: Melfi, A.J., Carvalho, A. (eds.), *Lateritisation Processes, IGCP-IUGS-UNESCO. Proj. 129, IAGCII, Intern. Sem. on Lateritisation Processes, São Paulo, 1983, 108-118.*

- BERROCAL, J., MARANGONI, Y., COGO DE SÁ, N., FUCK, R. A., SOARES, J. E.P., DANTAS, E., PEROSI F., & FERNANDES, C. Deep seismic refraction and gravity crustal model and tectonic deformation in Tocantins Province, Central Brazil, *Tectonophysics*, v. 388, p.187–199. 2004.
- BIZZI, L. A., SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES J. H., BAARS, F. J., DELGADO I. M., ABRAM, M. B. NETO R. L., G. M. M. MATOS, & J. O. S. SANTOS (2003), *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG e Mapas na escala 1:2.500.000 [4 CD-ROM]*, Serviço Geológico do Brasil, Brasília.
- BETTENCOURT, J.S. *Minéralogie, inclusions fluides et isotopes stables d'oxygène et de soufre de la mine de cuivre de Camaquã, RS (une étude préliminaire)*. In SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto, Anais, 1976, 2: 409-423.
- BETTENCOURT, J.S., LEITE JR., W.B., PAYOLLA, B.L., SCANDOLARA, J.E., MUZZOLON, R., VIANA, J.A.I. The Rapackivi granites of the Rondônia Tin Province, northern Brazil. In: ISGAM II, Salvador, SBG, Excursion Guide., 3-31. 1997
- BETTENCOURT, J.S., MONTEIRO, L.V.S, BELLO, R.M. S., OLIVEIRA, T.F., JULIANI, C. Metalogênese do zinco e chumbo na região de Vazante- Paracatu, Minas Gerais. In: Pinto, C.P., & Martins Neto, M.A.(Editores). *Bacia do São Francisco – Geologia e recursos minerais*, SBG, Belo Horizonte, 2001, 161-198.
- BETTENCOURT, J.S., MUZZOLON, R., PAYOLLA, B.L., DALL'AGNOLL, L.G., PINHO, O.G. Depósitos estaníferos secundários da região central de Rondônia. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.). *Principais Depósitos Minerais do Brasil*, DNPM, Brasília, 1988, v. III, , p. 213-241.
- BETTENCOURT, J.S., TOSDAL, R.M., LEITE, JR., W.B., PAYOLLA, B.L., Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin province, southwestern border of the Amazonian craton, Brazil: I. reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. *Precambrian Research*, v. 95, p.41-67, 1999.
- BETTENCOURT, J.S., TOSDAL, R.M., LEITE, W.B. JR., PAYOLLA, B.L. Overview of the rapakivi granites of the Rondonian Tin Province. In: Bettencourt, J.S. e Dall'Agnol, R. (eds), *The Rapakivi Granites of Rondônia Tin Province and Associated Mineralization, Symposium Rapakivi Granites and Related Rocks*, 6, Belém, Brazil, Excursion Guide, 5-16. 1995.
- BIONDI, J.C. *Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros*. Oficina de Textos, São Paulo, 2003, 480 figuras; 528 p.
- BIONDI, J.C. Depósitos de esmeralda de Santa Terezinha (GO). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 20, p.7-24. 1990.
- BIONDI, J.C. . Distribuição no tempo dos principais depósitos minerais brasileiros: 1. Cadastro dos modelos genéticos e idades dos depósitos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, nº4, p.505-516, 1999.
- BIONDI, J.C.. *Depósitos de Minerais Metálicos de Filiação Magmática*. CBMM-T.A. Queiroz (Ed.), São Paulo, 1986, 602 p.
- BIONDI, J.C., FELIPE, R.S. Jazida de fluorita da Volta Grande. Cerro Azul, Paraná. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro. Anais, 1984, 8:3784-3798.
- BIZZI, L. A. SCHOBENHAUS, C., VIDOTTI, R. M. & GONÇALVES, J. H. (Editores.) *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. CPRM-SGB - Brasília, 2003, 674p.
- BODENLOS, A.J. Magnesite deposits in the Serra das Éguas, Brumado. Bahia, Brazil. *USGS Bull.* 1950/1952. 975, 87-170.
- BODENLOS, A.J. Barite deposits of Camamu Bay, state of Bahia, Brazil. *USGS Bull.* 960 A; 1948, 33p.
- BOGGIANI, P. C., COIMBRA, A. M., GESICKLEI, A.L.D., SIAL, A.N., FERREIRA, V.P., RIBEIRO, F.B., FLEXOR, J.M. Tufas calcárias da Serra de Bodoquena, M. S. In:

- Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M., Berbert-Born, M. (eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, DNPM/CPRM/SIGEP, 2002, 249-259.
- BONFIM, L.F.C. Fosfato de Irecê (BA): um exemplo de mineralização associada a estromatólitos do Precambriano Superior. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, Anais, 1986, 5:2154-2167.
- BOTELHO, F. P. Realidade Virtual Aplicada a Aquisição de Informações do Subsolo. Apresentação ppt. 44 slides. 15/08/2002. (fpb@cin.ufpe.br).
- BRITO, R.S. C.. Geologia do *sill* estratificado do Rio Jacaré, Maracás, Bahia. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, Anais, 1984, 9:316-331.
- BRITO, R.S. C. Geologia e petrologia do sill máfico-ultramáfico do Rio Jacaré – Bahia – e estudo das mineralizações de Fe-Ti-V e platinóides associados. Brasília, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 2000, 325p.
- BRITO NEVES, B.B. The Cambro-Ordovician of the Borborema Province. São Paulo, IG/UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.1998, p. 175-193. (Série Científica, Boletim 29).
- BRITO NEVES América do Sul: Quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. Revista Brasileira de Geociências, 1999, 29(3):379-392.
- BRITO NEVES, B.B. Main stages of the development of the sedimentary basin of South America, and their relationships with the tectonics of supercontinents. Gondwana Res., 2002, 5(1):175-196.
- BRITO NEVES, B.B., CAMPOS NETO, M.C., FUCK, R.A.. From Rodinia to Western Gondwana: an approach of the Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage. Episodes, 1999, 22:155-166.
- BRITO NEVES, B.B., WINGE, M., CARNEIRO, M.A. Orogêneses precedendo e tafrogêneses sucedendo Rodínia na América do Sul. São Paulo, IG/UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996, p. 1-40. (Série Científica, Boletim 27).
- BRITO NEVES, B.B., CAMPOS NETO, M.C., SANTOS, E.J., KOZUCH, M. O evento Cariris-Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. Revista Brasileira de Geociências, 1995 a, 25(4):279-296.
- BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A., CORDANI, U.G., THOMAZ FILHO, A. Influence of basement structures on the evolution of the major sedimentary basins of Brazil: a case of tectonic heritage. J. of Geodynamics, 1984, 1:495-510.
- BRITO NEVES, B.B., SÁ, J.M., NILSON, A.A., BOTELHO, N. F. A Tafrogênese Estateriana nos blocos paleoproterozóicos da América do Sul e os processos subsequentes. Geonomos, v. 3, p.1-121, 1995b.
- BRUECKNER, H., CUNNINGHAM, W. D., ALKMIM, F.F. & MARSHAK, S. 1998. Implications of new Precambrian Sm-Nd dates from the Quadrilátero Ferrífero and adjacent Northern Mantiqueira province. International Conference on Precambrian and Craton Tectonics. Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil, 1998, Abstracts, p.24-25.
- BüCHI, J., Jazida da Fazenda da Alegria: Jazida de ferro-manganês de do Alto do Conta História. Boletim da SICEG 1961, Nº.1 , p. 127-156.
- BüCHI, J., A prospecção e pesquisa de minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero e o seu desenvolvimento nos últimos 70 anos - Experiência da SAMITRI. Palestra para a Reunião da Comissão Técnica de Minérios de Ferro e de Manganês do IBRAM, apresentada no auditório do IBRAM em Belo Horizonte, em 02.08.83. Texto datilografado, 1983, cópia xerox: 32p.
- CABRAL, A.R. Mineralização de ouro paladiado em itabiritos: a jacutinga de Gongo Soco, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas. 1996, Tese de Mestrado, 116p.
- CABRAL, A.R. & PIRES, F.R.M. Palladium-bearing gold deposit hosted by Proterozoic Lake Superior-type iron-formation at the Cauê iron mine, Itabira district, southern São Francisco

- craton, Brazil: geologic and structural controls - A discussion. *Economic Geology*, 1995, 90(8): 2370-2374.
- CALAES, G.D. Histórico e perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia brasileira a longo prazo. MME- PROJETO ESTAL. J.Mendo Consultoria, Relatório RT 01-V2 (Final, 52p). Brasília, DF. 2009.
- CAMPOS, E.G. 1983. Gênese e controle do depósito de barita de Camamu, Bahia. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 131 p.
- CAMPOS, J.C.S., CARNEIRO, M.A. & BASEI, M.A.S. U-Pb evidence for Late Neoproterozoic crustal reworking in the southern São Francisco Craton. Minas Gerais, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2003, vol.75(4), p. 497-511.
- CAMPOS, J.E.G. Estratigrafia, sedimentação, evolução tectônica e geologia do diamante da porção centro-norte da Bacia Sanfranciscana. Universidade de Brasília, Brasília, Tese de Doutorado, 1996,204p.
- CAMPOS, J.E.G., DARDENNE, M.A. Origem e evolução da Bacia Sanfranciscana. *Revista Brasileira de Geociências*,1997, 27(3):283-294.
- CAMPOS, J.E.G., DARDENNE, M.A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão *Revista Brasileira de Geociências*, 1997, 27(3):269-281.
- CAMPOS, J.E.G., DARDENNE, M.A., GONZAGA, G.M. O potencial diamantífero do conglomerado Abaeté no NW de Minas Gerais. In: SBG, Simpósio de Geologia do Diamante, 1, Cuiabá, Anais, 1993,101-113.
- CAMPOS NETO, M.C. Contribution a l'étude des Brasilides. Lithostratigraphie et structure des groupes Canastra, Paranoá et Bambuí dans l'Ouest de l'Etat de Minas Gerais, Brésil. Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Paris IV,1979, 155p.
- CARNEIRO, M. A. O complexo metamórfico do Bonfim Setentrional, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: Litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento da crosta continental do Arqueano. Tese de Doutorado inédita. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Instituto de Geociências, São Paulo,1992: 233p.
- CARNEIRO, M., EVANGELISTA, H.J., & TEIXEIRA, W., 1997. Eventos magmáticos arqueanos de natureza calcio-alcalina e tholeiítica no Quadrilátero Ferrífero e suas implicações tectônicas: *Revista Brasileira de Ciências*, v. 27, p. 121-128.
- CARVALHO, M. S., FIGUEIREDO, A.J.A. Caracterização litoestratigráfica da bacia de sedimentação do Grupo Beneficente no Alto Rio Sucunduri, AM. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 1, Belém, Anais, 1982, 26-44.
- CARVALHO, W.T., BRESSAN, S.R. Depósitos de fosfato, nióbio, titânio, terras raras e vermiculita de Catalão I – Goiás. In: Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T., Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, Brasília, DNPM/CPRM, 1997, v. IV(C), p. 69-93.
- CASSEDANE, J.P., Paleogeographie et mineralizations de la zone Itacarambi-Vazante dans nord-ouest de l'Etat de Minas Gerais, Brésil. *Mineralium Deposita*, 1973, 8: p. 101-114.
- CASSEDANE, J.P., Les gîtes de plomb et de zinc du Brésil et leur répartition linéamentaire. *Bull. Du BRGM*, 1972, (2), sect. II, no 5, p1-31.
- CONDIE, K.C. Plate Tectonics and Crustal Evolution. 3rd edition. Pergamon Press, 1989, 476 p.
- CONDIE, K.C. Episodic continental growth models: afterthoughts and extensions. *Tectonophysics*, 322:153-162. 2002.
- CORDANI, U. G., KAWASHITA, K., MUELLER, G., QUADE, H., REIMER & ROESER, H., Interpretação tectônica e petrológica de dados geocronológicos do embasamento SE do Quadrilátero Ferrífero, MG. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, vol. 52 (4), p. 785-791. 1980.

- CORDANI, U.G., MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D.A. (Editors). Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress, August, 2000: 856p.
- CORDANI, U.G., SATO, K. Crustal evolution of the South American Platform, based on Nd isotopic systematic on granitic rocks. *Episodes*, 1999, 22(3):167-173.
- CORDANI, U.G., TEIXEIRA, W., TASSINARI, C.C.G., KAWASHITA, K., SATO, K. The growth of the Brazilian Shield. *Episodes*, 1988, 11(3):163-167.
- CORDEIRO, A.A.C., MCCANDLESS, G. Maciço ultramáfico de Quatipuru. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto, Anais, 1976, 3.:3-15.
- CORRÊA, S.L.A., OLIVEIRA, M. P., SCHWAB, R.G. Alguns aspectos mineralógicos e geoquímicos de laterita niquelífera do Vermelho, Serra dos Carajás, e suas implicações genéticas. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, Anais, 1984, 4:1959-1968.
- CORREIA, C.T., GIRARDI, V.A.V., LAMBERT, D.D., KINNY, P.D., REEVES, S.J. 2 Ga U-Pb (SHRIMP II) and Re-Os ages for the Niquelândia basic-ultrabasic layered intrusion, Central Goiás, Brazil. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, Anais, 1996, 6:187-189.
- CORREIA, C.T., JOST, H., TASSINARI, C.C.G., GIRARDI, V.A.V., KINNY, P.D. Ectasian Mesoproterozoic U-Pb ages (SHRIMP II) for the metavolcano-sedimentary sequences of Juscelândia and Indaianópolis and for high grade metamorphosed rocks of Barro Alto stratiform igneous complex, Goiás State, Central Brazil. In: South American Symposium on Isotope Geology, 2, Cordoba, Argentina, Actas, 1999, 31-33.
- CORREIA, C.T., TASSINARI, C.C.G., LAMBERT, D.D., KINNY, P., GIRARDI, V.A.V. U-Pb (SHRIMP), Sm-Nd and Re-Os systematics of the Cana Brava, Niquelândia and Barro Alto layered intrusions in Central Brazil, and constraints on the tectonic evolution. In: South American Symposium on Isotope Geology, 1, Campos do Jordão, São Paulo, Actas, 1997, 88-89.
- CORREIA-NEVES, J.M. Província pegmatítica oriental do Brasil. In: Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T. e Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM, Brasília, 1997, v. IV(B), p.343-362.
- CORREIA-NEVES, J.M., PEDROSA-SOARES, A.C., MARCIANO, V.R.P.O. A Província pegmatítica oriental à luz dos conhecimentos atuais. *Revista Brasileira de Geociências*, 1986, 16(1): 106-118.
- CORREIA-NEVES, J.M., PEDROSA-SOARES, A.C., MARCIANO, V.R.P.O., MONTEIRO, R.L.B.P., FERNANDES, M.L.S. Granitoids and pegmatites from the northern of the Eastern Brazilian Pegmatite Province. In: SBG, Symposium on Granites and Associated Mineralizations, 1, Salvador, Excursion Guide, 1987, 125-144.
- COSTA, M.J. Projeto Aripuanã – Serra do Expedito, distrito e município de Aripuanã, Estado de Mato Grosso. Processo DNPM nº8666.173/92 e 8666.174/92, Mineração Aripuanã Ltda, Relatório Final de Pesquisa, 1999, 48p.
- COSTA, M. L. Lateritization as a major process of ore deposit formation in the Amazon region. *Exploration Min. Geol.*, 1997, 6 (1):79-104.
- COSTA, M.L., ANGÉLICA, R.S., FONSECA, L.R. Geochemical exploration for gold in deep weathered laterised gossans in the Amazon region, Brazil: a case history of the Igarapé Bahia deposit. *Geochimica Brasiliensis*, 1996, 10 (1):13-26.
- COSTA, M.L., COSTA, J.A.V. & ANGÉLICA, R. S. Gold bearing bauxitic laterite in a tropical rain forest climate: Cassiporé, Amapá, Brazil. *Chronique Recherche Minière*, 1993, 510:41-51.
- COSTA, M.L., MORAES, E. L. Mineralogy, geochemistry and genesis of kaolin from the Amazon region. *Mineralium Deposita*, 1998, 33(3):283-297.

- DAITX, E.C. Os depósitos de zinco e chumbo de Perau e Canoas e o potencial do vale do Ribeira. In: CAPES/PADCT/UFBA/ADIMB, Workshop de Depósitos Minerais Brasileiros de Metais Base, Salvador, 1998, 68-74.
- DALL'AGNOL, R., LAFON, J. M., MACAMBIRA, M. J. B. Proterozoic anorogenic magmatism in the central Amazonian Province, Amazonian Craton. *Geochronological, petrological and geochemical aspects. Min. Petrology*, 1994, 50:113-138.
- DANNI, J.C.M. Geologie des complexes ultrabasiques alcalins de la région d'Iporá, Goiás, Brésil. Univ. Paris-Sud, Orsay, Tese de Doutorado, 1974,104p.
- DANNI, J.C.M., BAECKER, M.L., RIBEIRO, C. C. The geology of the Catalão I carbonatite complex. In: International Kimberlite Conference, 5, Araxá. Field Guide Book, 1991, 25-29.
- DANNI, J. C.M., FUCK, R.A. & LEONARDOS, O.H. Archean and Lower Proterozoic units in Central Brazil. *Geologische Rundschau*, 1982, 71 (1):291-317.
- DARDENNE, M. A. The Brasília Fold Belt. In Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Editors). 2000. Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress, 2000, 231- 263.
- DARDENNE, M.A. Geologia do chumbo e zinco. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM, Brasília, 1988, .v. III, p. 83-90.
- DARDENNE, M.A., CAMPOS, J. E.G. Geologia e geoquímica do depósito de barita de Camamu, Bahia. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, Anais, 1984, .1144-1161.
- DARDENNE, M.A. & SCHOBHENHAUS C.. Depósitos Minerais no Tempo Geológico e Épocas Metalogenéticas. . In: L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (editores) Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM-SGB. Brasília, 2003, 674p; p.365-447.
- DARDENNE, M.A. & SCHOBHENHAUS, C. Metalogênese do Brasil. Editora Universidade de Brasília, Brasília, 2001, 394 p.
- DARDENNE, M.A., RONCHI, L.H., BASTOS NETO, A.C., TOURAY, J.C..Geologia da fluorita: os distritos de fluorita brasileiros. In: Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T., Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CPRM, 2001, IV(B): 479-507.
- DANTAS, A S. L. & LEÃO NETO, R. Levantamentos geológicos no Serviço Geológico do Brasil/CPRM, como tecnologia social: a busca de novos paradigmas. p. 57-77. In: Fernandes et al.(Editores, 2007). Tendências Tecnológicas Brasil 2015 - Geociências e Tecnologia Mineral. SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil e CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, 2007, 380p; il.
- DAOUD, W.E.K. & ANTONIETTO, Jr., A. Minas de estanho de Pitinga, Amazonas. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM, Brasília, v. III, p. 201-211. 1988.
- DE LAUNAY, L. *Traité de Metallogénie. vol 1, Gîtes Minéraux et Métallifères.* Paris; Béranger, 1913, Tome I, 379p.
- DE LAUNAY,. *Traité de métallogénie - Gîtes minéraux et métallifères: Tome III.* Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège, 1913, 948 p.
- DELGADO, I.M. et al. Geotectônica do Escudo Atlântico. p. 227-334. In BIZZI, L. A. SCHOBHENHAUS, C., VIDOTTI, R. M. & GONÇALVES, J. H. (Editores). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM-SGB – Brasília, 2003, 674p.
- DE WITT, ED, THORMAN, C.H. & LADEIRA, E. A. Exploration strategies for discovery of syngenetic versus epigenetic gold deposits in the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. ADIMB, SIMEXMIN. Ouro Preto, 2002. CD - ROM.

- DESTRO, N., SZATMARI, P. & LADEIRA, E. A. Post-Devonian transpressional reactivation of a Proterozoic ductile shear zone in Ceará, NE Brazil. *Journal of Structural Geology*, 1994, 16 (1):35-45.
- DORR, J.V.N., II. Manganese and iron deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil. U. S. Geol. Survey Bulletin, Washington, 1945, 946-A, p. 1-47.
- DOSSIN, T.M.. Geologia e geoquímica das formações ferríferas da Serra da Serpentina, Conceição do Mato Dentro, MG. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 1985, 140p.
- DOSSIN, T.M., DOSSIN, I.A., DARDENNE, M.A.. Geoquímica dos elementos terras raras das formações ferríferas da Serra da Serpentina, Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais. *Geochimica Brasiliensis*, 1987, 1(2):151-160.
- DOSSIN, I.A., UHLEIN, A., DOSSIN, T.M. Geologia da faixa móvel Espinhaço em sua porção meridional, MG. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, 1984, Anais, 7:3118-3132.
- DUTRA, C.V. Pirocloro de Araxá: certidão de nascimento e outros assentamentos. In: Contribuições à geologia e petrologia. Boletim Especial do Núcleo de Minas Gerais – SBG. 1985, p. 3-4.
- DUTRA, C. V. A geoquímica analítica em Minas Gerais: de Gorceix ao Geolab: a contribuição do ITI. REM: Revista da Escola de Minas, 2002. vol. 55, n.3, p. 185-192.
- FAÇANHA DA COSTA, H. Novo Distrito Ferrífero do Brasil, Rio Jatapu, Amazonas. *Engenharia Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, v.18: p. 113-116 e 209-212. 1966.
- FARIAS N.F. & SAUERESSIG, R. Pesquisa geológica na jazida de cobre Salobo-3A. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 1, Belém, Anais, 1982, 2:39-45.
- FARIAS N.F., SANTOS, A.B.S., BIAGINI, D.O., VIEIRA, E.A.P., MARTINS, L.P.B., SAUERESSIG, R. Jazidas Cu-Zn da área Pojuca, Serra dos Carajás, PA. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, 1984, Anais, 8:3658-3668.
- FEIJÓ, F.J. Bacia de Pernambuco-Paraíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 1994a, 8(1):143-147.
- FEIJÓ, F.J., Bacia de Barreirinhas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 1994b, 8(1):103-109.
- FEIJÓ, F.J. & SOUZA, R.G. Bacia do Acre. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 1994, 8(1):9-16.
- FERNANDES, F. R. C., MATOS, G.M. M, CASTILHOS, Z. C. BENVINDO DA LUZ, A.(Editores). Tendências Tecnológicas Brasil 2015 - Geociências e Tecnologia Mineral. SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, 2007, 380p.il.
- FERRAZ, L. C. Compêndio dos Mineraes do Brasil: em forma de Dicionário. Imprensa Nacional. Rio de Janeiro, 1929, 645p.
- FERREIRA, E. O. Carta Tectônica do Brasil. Notícia explicativa. Ministério de Minas Energia. Departamento Nacional Produção Mineral, 1972, Boletim N.º, 19 pp.
- FERREIRA, E.O., ALMEIDA, F. F. M. DE, SUSZCZYNSKI, E. F. E DERZE, G. R. Mapa Tectônico do Brasil. Escala: 1:5.000.000. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional Produção Mineral 1971, Rio de Janeiro.
- FERREIRA FILHO, C.F. Geologia e mineralizações sulfetadas do Prospecto Bahia, Província Mineral de Carajás. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 1985, 112p.
- FERREIRA FILHO, C.F. The large mafic-ultramafic complexes of Central Brazil. In: Metalogênese dos depósitos magmáticos aplicada à Exploração Mineral, Módulo 1: Depósitos associados ao magmatismo máfico-ultramáfico, Curso de Aperfeiçoamento, Universidade de Brasília, Brasília. PADCT III-CAPES, 1999, Field Trip Guide book, 1-28.

- FERREIRA FILHO, C.F., DANNI, J.C.M. Petrologia e mineralizações sulfetadas do Prospecto Bahia, Carajás. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 2, 1985, Belém. Anais, Belém: SBG, 1985, v. 3: p. 34-47.
- FERREIRA FILHO, C.F., KAMO, S.L., FUCK, R.A., KROGH, T.E., NALDRETT, A. J. Zircon and rutile U-Pb geochronology of the Niquelândia layered mafic and ultramafic intrusion, Brazil: constraints for the timing of the magmatism and high grade metamorphism. *Precambrian Research*, v. 68: p. 241-255, 1994.
- FERREIRA FILHO, C.F., NALDRETT, A.J., ASIF, M. Distribution of platinum group elements in the Niquelândia layered mafic-ultramafic intrusion, Brazil: implications with respect to exploration. *Canadian Mineralogist*, v. 33:p.165-184, 1995.
- FERREIRA FILHO C.F., NALDRETT, A.J., GORTON, M.P. REE and pyroxene compositional variation across the Niquelândia layered intrusion, Brazil: petrological and metallogenetic implications. *Transactions Institute Mining and Metallurgy*, v.107 (section B), p.1-22, 1998.
- FERREIRA FILHO, C.F., PIMENTEL, M.M. ETR e isótopos Sm-Nd em rochas da série acamadada superior do Complexo de Niquelândia, Goiás: Implicações geocronológicas. In: SBG, Simpósio de Geologia Centro-Oeste, 7, Brasília, Boletim Resumos, p.85, 1999.
- FIGUEIREDO, J.A., LEÃO NETO, R., VALENTE, C. R. Depósitos de sulfetos maciços de Zn, Cu e Pb da região de Palmeirópolis, GO. In: Simpósio de Geologia Centro-Oeste, 1, 1981, Goiânia. Anais... Goiânia, SBG, 1981, p. 422-441.
- FLEISCHER, R. A rift model for the sedimentary diamond deposits of Brazil. *Mineralium Deposita*, v.33, p.238-254, 1998.
- FLEISCHER, R. A pesquisa de chumbo no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29, 1976, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto, SBG, 1976, v.1: p. 19-32.
- FLEISCHER, R., ESPOURTEILLE, F.S. 1999. The Boquira lead-zinc mine in Central Bahia, Brazil. In: Silva, M. G., Misi, A (eds.). *Base Metal Deposits of Brazil*, MME/CPRM/DNPM, Belo Horizonte, 44-53, 1999.
- FONSECA, E., GUIMARÃES, P.J., LEAL, E.D., SILVA, H.M. 1991. The Ouro Fino gold deposit, Minas Gerais, Brazil. In: Ladeira, E.A. (ed.), *Brazil Gold'91*, Belo Horizonte, Balkema, p. 499-505.
- FONSECA, E., LOBATO, L. M. Depósito aurífero em zona de cisalhamento na borda leste do Cráton do São Francisco: Riacho dos Machados, Minas Gerais. In: Simpósio Cráton São Francisco, 2, Salvador. Anais... Salvador, SBG, 1993, p. 331-333.
- FONSECA, E., LOBATO, L.M., BAARS, F.J. The petrochemistry of the auriferous volcano - sedimentary Riacho dos Machados Group, Central-Eastern Brazil. *South American Journal of Earth Sciences*, 10 (5/6), p. 423-443. 1997.
- FORMAN, J.M.A. 2000 in: Souza, J. Mendo M. Debates; Síntese do Dia: Uma visão brasileira da mineração. In: Lins, F., A.,F., Loureiro, L. E.V., e Albuquerque, G.A.A.S.C.2000. *Brasil 500 anos. A construção do Brasil pela Mineração*, CETEM, 254p; p.137-142. 2000.
- FREITAS-SILVA, F.H. 1996. Metalogênese do depósito do Morro do Ouro, Paracatu, MG. Universidade de Brasília, Brasília, Tese de Doutorado, 339p. 1996.
- GALBIATTI, H.F. Natureza e controle estrutural de mineralização aurífera (Jacutinga) na Mina de Cauê, Itabira, MG. Dissertação de Mestrado, UFOP, Ouro Preto, 204p.1999.
- GALBIATTI, H.F., PEREIRA, M.C., FONSECA, M.A. Natureza e controle estrutural da mineralização aurífera (Jacutinga) na Mina de Cauê, Itabira, MG. In: Simpósio de Geologia Centro-Oeste, 7, Brasília, Boletim Resumos, SBG, 1999, p.74.

- GALLO, M.B.M. 1991. The Romaria diamond-bearing cretaceous conglomerate. In: Leonardos, O.H., Meyer, H.O.A. & Gaspar, J.C. (Eds.). Field Guide Book, Fifth International Kimberlite Conference, CPRM, Brasília, Special Publication 3/91, p.37-43.
- GASPAR, J.C. 1989. Géologie et minéralogie du complexe carbonatique de Jacupiranga, Brésil. Université d'Orléans, França, Tese de Doutorado, 343p.
- GASPAR, J.C., DANNI, J.C.M. Aspectos petrográficos e vulcanológicos da Província alcalino-carbonatítica de Santo Antônio da Barra, sudoeste de Goiás. Revista Brasileira de Geociências, v. 11(1), p.74-86. 1981.
- GASPAR, J.C., WYLLIE, P.J. The alleged kimberlite-carbonatite relationship: evidence from ilmenite and spinel from Premier and Wesselton Mines and the Benfontein Sill, South Africa. Contrib. Mineralogy Petrology,, 85:133-140, 1984.
- GERALDES, M.C., VAN SCHMUS, W.R., CONDIE, K.C., BELL, S., TEIXEIRA, W., BABINSKI, M. Proterozoic geologic evolution of the SW part of the Amazonian Craton in Mato Grosso State, Brazil. Precambrian Research, v.111, p.91-128, 2001.
- GERALDES, M.C. The Amazonian craton evolution overview: Insights for supercontinent reconstructions. International geological Congress, Oslo. Abstract volume, In: CD-ROM. 2008.
- GERALDES, M.R., TOLEDO, F.H., FIGUEIREDO, B. R., TASSINARI, C.C.G. Contribuição a geocronologia do sudoeste do Cráton Amazônico. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1996, Salvador. Anais... Salvador, SBG, 1996, v. 2, p.554-557.
- GIRARDI, V.A.V. & KURAT, G. Precambrian mafic and ultramafic rocks of the Cana Brava Complex, Brazil: mineral compositions and evolution. Revista Brasileira de Geociências, 12 (1-3), p.313-323, 1982.
- GOMES, J.P., CRUZ, P.P. BORGES, L .P. Recursos Minerais Energéticos; Carvão e Urânio. In: BIZZI, L. A. SCHOBENHAUS, C., VIDOTTI, R. M. & GONÇALVES, J. H. (Editores). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM-SGB – Brasília, 2003, 674p. p.577-528
- GONZAGA, G.M., DARDENNE, M.A. The Jequitai glaciation and the dispersion of diamonds during the Upper Proterozoic. In: SBG, International Kimberlite Conference, 5, Araxá, Field Guide Book, Brasília, CPRM, p. 89-93. 1991.
- GONZAGA, G.M., TOMPKINS, L. A. Geologia do Diamante. In: Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T., Coelho, C. E.S (coords.). Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CPRM, Brasília, 1991, v. IV(A), p. 53-116.
- GORCEIX, H. 1884. Bacia Terciária d'água doce nos arredores de Ouro Preto (Gandarela e Fonseca) Minas Geraes - Brasil. Anais da Escola de Minas, v.3, p. 75-92.
- GROSSI SAD, J. H. Os cinturões serpentinitos do Brasil Oriental. Soc. Int. Cult. Est. Geol., VI Semana de Estudos, 1975, Boletim N.º 140-153, Ouro Preto. 1968.
- GROSSI SAD, J.H. & BARCELOS, A. (editores). Contribuições à Geologia e à Petrologia, Belo Horizonte. Edição da Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de Minas Gerais e Cia. Brasileira de Metalurgia e Mineração,1985, 179p.
- GROSSI SAD, J. H. E DUTRA, C. V., Idades Chumbo-Alfa de zircões de rochas infra- e supracrustais do Estado de Minas Gerais. Escola Federal de Minas de Ouro Preto, Boletim do Instituto de Geologia, N.º 4, 181-188, 1966.
- GROSSI SAD, J. H. & LADEIRA, E.A., Esboço tectônico do Estado de Minas Gerais. Sociedade Brasileira de Geologia & Fundação Gorceix. XXII Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia. Mapa na escala 1: 1.000.000, 1968.
- GROSSI SAD, J. H. & TORRES, N., 1968. Complexos Alcalinos da Região do Alto Parnaíba. Relatório Anual Serviços, Departamento Nacional Produção Mineral, Rio de Janeiro, 1968, 127p.

- GROSSI SAD, J. H., PINTO, C.P. & DUARTE, C.L. Geologia do Distrito Manganífero de Conselheiro Lafaiete. MG. Sociedade Brasileira de Geologia, Simpósio de Geologia de Minas Gerais. Belo Horizonte. SBG, Boletim No.3, p. 259-270. 1993.
- GUIMARÃES, D. 1931. Contribuição à geologia do Estado de Minas Gerais: Brasil. Rio de Janeiro. Departamento Nacional Produção Mineral, Serviço de Geologia e Mineralogia. Boletim N.º 55, 36 p. 1931.
- GUIMARÃES, D. Contribuição ao estudo da origem dos minérios de ferro e manganês no Centro de Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM/SFPM, Boletim 8, 70 p. 1935.
- GUIMARÃES, D. Das problem der Granitbildung. Chemie der Erde, Jena, v.12, p. 83-94, 1938.
- GUIMARÃES, D. Mineral deposits of magmatic origin. Economic Geology, 62, (8): 721-736, 1947a.
- GUIMARÃES, D. Contribuição à metalogênese das formações árqueu - proterozóicas no Brasil. Instituto de Tecnologia Industrial, Belo Horizonte (ITI), Boletim 4: 33p., 1947b.
- GUIMARÃES, D. Arquibrasil e sua evolução geológica. Brasil. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão do Fomento Produção Mineral, Rio de Janeiro. Boletim 88: 80p. 1951.
- GUIMARÃES, D. Gênese do minério de ferro do Quadrilátero Central de Minas Gerais. Ouro Preto. Publicação da Sociedade de Intercambio Cultural e Estudos Geológicos. N° 1. p. 11-28. 1961a.
- GUIMARÃES, D. Fundamentos da metalogênese e depósitos minerais do Brasil. Brasil. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão do Fomento Produção Mineral, Rio de Janeiro. Boletim 109, 441p. 1961b.
- GUIMARÃES, D. Princípios de metalogênese e geologia econômica do Brasil. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão do Fomento Produção Mineral, Rio de Janeiro. Boletim 121, 625p. 1965.
- GUIMARÃES, D. Contribuição ao estudo do polimetamorfismo da Série Minas. Brasil. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão do Fomento Produção Mineral, Rio de Janeiro. Avulso 90, 54p. 1966.
- GUIMARÃES, D. Contribuição ao estudo das rochas alcalinas do Brasil. Instituto de Tecnologia Industrial, Belo Horizonte, Boletim 28, 1961, 36p.
- GUIMARÃES, D. Arqueogênese do ouro na região central de Minas Gerais. Brasil. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão do Fomento Produção Mineral, Rio de Janeiro, Boletim 139, 51p. 1970.
- GUIMARÃES, D., DUTRA, C. V. Contribuição à geoquímica das rochas alcalinas do Brasil. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão do Fomento Produção Mineral. Rio de Janeiro, Boletim n.112. 1962.
- GUIMARÃES, D., MELO, S.M.G. & MELO, E.A.V. O Complexo de Bação. Instituto de Geologia, Escola de Minas, Ouro Preto, Boletim 2(1): 1-12. 1967.
- HANSON, R.E. et al. Mesoproterozoic intraplate magmatism in the Kalahari Craton: A review. In: Mesoproterozoic Orogenic Belts in Southern and Central Africa. Journal of African Earth Science September 2006, p. 141-167.
- HASUI, Y. 1969. O Cretáceo do Oeste Mineiro. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, v.18 (1): 39-55.
- HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: Workshop sobre Neotectônica e Sedimentação Continental no Sudeste Brasileiro, Belo Horizonte, SBG/Núcleo MG, Boletim 11, p. 11-31. 1990.
- HASUI Y., MAGALHÃES, F.S. 1990. Modelo estrutural e evolutivo da Mina de Cana Brava (GO) e sua importância. Geociências, São Paulo, 9:1-34.

- HARALYI, N.L.E., WALDE, D.H.G. Os minérios de ferro e manganês da região de Urucum, Corumbá, Mato Grosso. In: Schobbenhaus, C. e Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. II, p.127-144. 1986.
- HEILBRON, M., PEDROSA -SOARES, A. C., NETO, M., DA SILVA, L., TROUW, R. & JANASI, V. Brasiliano Orogens in Southeast and South Brazil. In: (eds.) WEINBERG, R., TROUW, R., FUCHS, R., & HACKSPACHER, P., The 750-550 Ma Brasiliano Event of South America, Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition, ISSN 1441-8142, Volume 17, Paper 4, 2004.
- HOFFMAN, P.F. Did The Breakout of Laurentia Turn Gondwanaland Inside-Out? Science, 252: 1409-1412. 1991.
- HEIM, S.L., CASTRO FILHO, L.W. DE. Jazida de níquel laterítico de Puma-Onça, Município de São Félix do Xingu, Pará. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, v.II, p. 347-368. 1986.
- HUHN, S.R.B., SOUZA, C.I.J., ALBUQUERQUE, M.C., LEAL, E.D., DRUSTOLIN, V. Descoberta do depósito Cu (Au) Cristalino: geologia e mineralizações associadas, região da Serra do Rabo, Carajás PA. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Manaus, Anais, p. 140- 143. 1999.
- HUTCHINSON, R.W. & BURLINGTON, J.L. Some broad characteristics of greenstone belt gold lodes. In: FOSTER, R.P.(editor). Gold' 82: The Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits: Geol. Society Zimbabwe, Special Publication no 1, p.339-371. 1984.
- INDA, H. A. V.; SCHORSCHER, H. D.; DARDENNE, M. A.; SCHOBENHAUS, C.; HARALY, N. L. E.; AZEVEDO BRANCO, P. C.; RAMALHO, R. O Cráton de São Francisco e a Faixa de Dobramentos Araçuaí. In: SCHOBENHAUS et al. (Eds.). Geologia do Brasil. Brasília, DNPM, p. 194-284, 1984.
- IANHEZ, A.C., RIBEIRO, D.T., PAMPLONA, R.I. Depósito de amianto de Cana Brava, Minaçu, Goiás. In: Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T., Coelho, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. IV(B), p.47-62. 1997.
- ISSA FILHO, A., LIMA, P.R.A.S. & de SOUZA, O.M. Aspectos da geologia do complexo carbonatítico do Barreiro, Araxá, Minas Gerais, Brasil. In: CBMM (ed.) Complexos Carbonatíticos do Brasil: Geologia, CBMM, p.20-44. 1984.
- SILVA, M. G. & MISI, A. Distrito cuprífero do vale do rio Curaçá. In: Embasamento arqueano-proterozóico inferior do cráton do São Francisco, no nordeste da Bahia – Geologia e depósitos minerais. Série Roteiros Geológicos, SGM, p. 112-128. 1998.
- JANSEN, J. H. F. Structural and sedimentary geology of the Congo and southern Gabon continental shelf: a seismic and acoustic reflection survey. Netherlands J. Sea Research p. 17:164-384, 1984.
- JANSEN, J. H. F., VAN WEERING, T. G. E., GIELES, R., & VAN IPEREN, J. Middle and late Quaternary oceanography and climatology of the Zaire-Congo fan and the adjacent eastern Angola Basin. Netherlands Journal of Sea Research, 17:201–241, 1984.
- JACOBI, P. The discovery of epithermal Au-Cu-Mo Proterozoic deposits in the Tapajós province, Brazil Revista Brasileira de Geociências, 29(2): 277-279, 1999.
- JARDIM DE SÁ, E.F. Tectônica cenozóica na margem equatorial da Província Borborema, Nordeste do Brasil (A contribuição da geologia estrutural no continente). In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 8, Recife, Anais, SBG/Núcleo NE, p. 25-29, 2001.
- JUNQUEIRA, P. A., LOBATO, L.M., LADEIRA, E.A., SIMÕES, E.J.M., 2007. Structural control and hydrothermal alteration at the BIF-hosted Raposos lode-gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. Ore Geology Reviews 32, 629–650;doi:10.1016/j.oregeorev.2006.03.004.

- JUSTO, L.J.E.Q., SOUZA, M.M. Jazida de nióbio do Morro dos Seis Lagos, Amazonas. In: SCHOBENHAUS, C., COELHO, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v.II, p.463-468. 1986.
- KEGEL, W., Das Parnaibas Becken. Geol. Rundschau, Bd. 45, Heft 3, Stuttgart. 1957.
- KEGEL, W. Geologia do fosfato de Pernambuco. DNPM/DGM, Rio de Janeiro, vol. 157, 54p.,1955.
- KISHIDA, A. Caracterização geológica e geoquímica das seqüências vulcanossedimentares do Médio Rio Itapicuru, Bahia, UFBA, Salvador, Dissertação de Mestrado, 98p. 1979.
- KISHIDA, A., SENA, F.O., SILVA, F.C.A. Rio Itapirucu greenstone belt: geology and gold mineralization. In: Ladeira, E.A. (ed.), Brazil Gold'91, Balkema, 231-234, 1991.
- KLEIN, C. & LADEIRA, E. A. Geochemistry and mineralogy of Neoproterozoic banded iron-formations and some selected siliceous manganese formations from the Urucum district, Mato Grosso do Sul, Brazil. Economic Geology, v. 99, p. 1233-1244. 2004.
- KLEIN, C. & LADEIRA, E. A., Geochemistry and petrology of the least altered banded iron-formations of the Archean Carajás Formation, northern Brazil. Economic Geology, vol. 97, p. 643-651, 2002.
- KLEIN, C. & LADEIRA, E. A., Geochemistry and petrology of some Proterozoic banded iron-formations of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Economic Geology, vol. 95 p. 405-428, 2000.
- KLOOSTERMAN, J. B. 1968. A tin province of the Nigerian type, in southern Amazonia. In: Technical Conference on tin, London, International Tin Council, 2:381-400.
- LADEIRA, E.A. Projeto Estal: Produto 04. RT 10: Análise da Informação Geológica do Brasil. MME-SGMTM. Contrato N°. 48000.003155/2007-17: Desenvolvimento de Estudos Para Elaboração do Plano Duodecenal (2010 - 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. J. Mendo Consultoria Ltda. Brasília. Texto Versão (1). 104 p. 2009.
- LADEIRA, E.A. Memorial submetido ao Instituto de Geociências da UFMG para provimento do cargo de professor titular.76p. 1991.
- LADEIRA, E.A. Concurso para professor titular: Aula: Evolução das teorias metalogenéticas. 1991.
- LADEIRA, E.A. Genesis of gold in Quadrilátero Ferrífero: A remarkable case of permanency, recycling and inheritance -A tribute to Djalma Guimarães, Pierre Routhier and Hans Ramberg. In: Ladeira, E.A. (Editor) Proceedings of Brazil Gold '91: An International Symposium on the Geology of Gold. Belo Horizonte. May, 1991. A.T.Balkema, Rotterdam, 91: 11-30. 1991.
- LADEIRA, E.A. Curso de metalogenia. IGC-UFMG. 1885-1988.
- LADEIRA, E.A. Curso de geologia global. IGC-UFMG. 1885-1988.
- LADEIRA, E.A. & AMARAL, U. C. Relatório final de mapeamento geológico estrutural de mineração do projeto ICAL em parte das fazendas Matas das Frutas, Kilombo e Massambará, município de Pains, Minas Gerais. Relatório de final de GEOTECMIN - Geologia e Tecnologia Mineral para ICAL, Minas Gerais; ix+78p,il., mapas,seções. 2001.
- LADEIRA, E. A. & NOCE, C. M. New U-Pb ages for the Precambrian rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. Society of Economic Geologists Newsletter: nr. 1. p. 9. April, 1990.
- LADEIRA, E. A. & BRITO O. E. A. (inédito). Tufos, lavas e arenitos fosfáticos do oeste do Rio São Francisco. Instituto de Tecnologia. Industrial de MG (ITI) e CAMIG, Belo Horizonte, 1963
- LADEIRA, E. A. & BRITO, O.E. A. Contribuição à Geologia do Planalto da Mata da Corda. In: Congresso Brasileiro de Geologia, XX. Belo Horizonte/MG, 1968. Anais do..., Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia: p. 181-199. 1968.

- LADEIRA, E. A., BROCKES Jr., H. Geologia das quadrículas de Poço de Fora, Esfomeado, Tanque Novo e Lages: Distrito Cuprífero do Rio Curaçá, Bahia. Relatório parcial para o Projeto Cobre do DNPM. Geologia e Sondagens Ltda. 2 volumes, 350p. 1969.
- LADEIRA, E. A. & LEAL, E.D. Phosphate rock of the Cedro do Abaeté Region, Minas Gerais State, Brazil. In: International Geological Congress, 24th, Montreal/Canada, 1972. Section 4, Mineral Deposits: pp. 435-444. 1972.
- LADEIRA, E. A. & SALOMÃO, E. P. O Cavalgamento da Borda Ocidental da Bacia Bambui. In: Congresso Brasileiro de Geologia, XXVII, Aracaju, SE. Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Nordeste, Boletim Especial n.2, 190-191. 1973.
- LADEIRA, E. A. & VIVEIROS, J.F.M. DE. Hipótese sobre a Estruturação do Quadrilátero Ferrífero com base nos dados disponíveis. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte/MG, (4), 28p., 1984.
- LADEIRA, E. A., CABRAL, J.A.L. & TARCIA, R.F. Contribuição à Geologia de Vazante, Minas Gerais. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, MG, 23(01), p. 29-33, 1963.
- LADEIRA, E. A., BRAUN, O.P.C., CARDOSO, R.N., HASUI, Y. O Cretáceo em Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro Geologia, XXV, São Paulo, SP., Anais do...São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo São Paulo, 1971, n.1, p. 15-31. 1971.
- LANCASTER, O.J., FANTON, J., ALMEIDA, A.J., LEVEILLE, R.A., VIEIRA, S. Discovery and geology of the Sossego copper-gold deposit, Carajás District. Pará State, Brazil. In: International Geological Congress, 31, Rio de Janeiro, Abstracts, CD-ROM. 2000.
- LAPIDO LOUREIRO, F.E. de V. Terras Raras no Brasil: Depósitos, Recursos Identificados, Reservas. Estudos e Documentos nº 21. MCT - CNPq - CETEM, 189 p., 1994.
- LEONARDOS, JR., O. H. & FYFE, W. S., Ultrametamorphism and Melting of A Continental Margin: The Rio de Janeiro Region, Brazil. Springer Verlag, Contributions to Mineralogy and Petrology, V. 46, p. 201-214. 1974.
- LINDENMAYER, Z.G. O depósito de Cobre (Au-Ag-Mo) do Salobo, Serra dos Carajás, revisitado. In: Workshop de Depósitos Mineraias Brasileiros de Metais-Base, Salvador, CAPES-PADCT, CPGG-UFBA, ADIMB, p. 29-37, 1998.
- LINDENMAYER, Z.G. Salobo, Carajás, Brazil: Geology, geochemistry and metamorphism. University of Western Ontario. London, Canada. PhD Thesis, 407p. 1990.
- LINDENMAYER, Z.G. Geological evolution of Vale do Rio Curaçá and of copper mineralized mafic-ultramafic bodies. In: Geologia e Recursos Mineraias da Bahia, Textos Básicos, 1, p. 73-10. 1981.
- LINDENMAYER, Z.G., TEIXEIRA, J.B.G. Ore genesis at the Salobo copper deposit, Serra dos Carajás. In: Silva, M. da G., Misi, A. (eds.), Base Metal Deposits of Brazil, MME/CPRM/DNPM, Belo Horizonte, 33-43, 1999.
- LINDENMAYER, Z.G., FACCINI, U., GUIMARÃES, NETTO. Encontrada a mais antiga forma de vida da América. Revista UNISINOS, v. 58, p.16-18. 1993.
- LINDENMAYER, Z.G., RONCHI, L.H., LAUX, J.H. Geologia e geoquímica de Cu-Au primária da mina de Au do Igarapé Bahia, Serra dos Carajás. Revista Brasileira de Geociências, 28(3), p.257-268, 1998.
- LINDENMAYER, Z.G., PIMENTEL, M.M., RONCHI, L.H., ALTHOFF, F.J., LAUX, J.H., FLECK, A., BAECKER, C.A., CARVALHO, D.B., NOWATZKI, A.C. Geologia do depósito de Cu-Au de Gameleira, Serra dos Carajás, Pará. In: DNPM/ADIMB – Caracterização de depósitos auríferos em distritos mineiros brasileiros, Brasília, p. 80-139, 2001.

- LINS, F., A.F., LOUREIRO, L. E.V., & ALBUQUERQUE, G.A.A.S.C. Brasil 500 anos. A construção do Brasil pela Mineração, CETEM, 254p.2000.
- LOCZY, L. DE. Problemas da estratigrafia e paleografia carbonífera da Bacia do Paraná. Departamento Nacional Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim N.º 214, p. 1-113. 1964.
- LOCZY, L. DE. Evolução paleogeográfica e geotectônica da Bacia Gondwânica do Paraná e do seu embasamento. Departamento Nacional Produção Mineral Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim n.º 234, 1966.
- LOCZY, L. DE. Contribuição à paleogeografia e história do desenvolvimento geológico da Bacia do Amazonas, Departamento Nacional Produção Mineral Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim n.º 223, 96 pp. 1966.
- LOCZY, L. DE. Basic and alkalic volcanics of the State of Santa Catarina. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 40, Suplemento, 187-193, 1968.
- LOCZY, L. DE. Geotectonic evolution of the Amazon, Paranaíba and Paraná Basins. An. Da Academia Brasileira de Ciências, v. 40, Suplemento, 231-249, 1968.
- LOCZY, L. DE. Progresso no conhecimento geológico do Atlântico Sul e suas margens continentais. Min. Metal., v. 52, n.º 312, 1970.
- LOCZY, L. DE. Role of transcurrent faulting in South America Tectonic Framework. Amer. Association of Petroleum Geologists, Bulletin v. 54, n.º 11, 2.111-2.119. 1970.
- LOCZY, L. DE. Considerações concernentes à constituição tectônica do Escudo das Guianas com especial referência à Formação Roraima. Anais da Academia Brasileira de Ciências v, 44, n.º 1, 77-94. 1972.
- LOCZY, L. DE. Possibilidades de Petróleo e Mineralização na Amazônia. Min. Metal., n.º 354, ano XXXVII, 6-13, 1974.
- LOCZY, L. DE. Genetic relationship between transcurrent faulting of equatorial South America and oceanic fracture zones. II Congresso Latino-Americano Geol., Caracas, 1975.
- LOBATO, L.M. & PEDROSA-SOARES, A.C. Síntese dos recursos minerais do Cráton do São Francisco e faixas marginais em Minas Gerais. Geonomos Vol. 1(1), p. 39-50. 1993.
- LOBATO, L.M., RIBEIRO RODRIGUES, L.C., SOUZA COSTA, M.N., MARTINS, R., LEHNE, E., TASSINARI, C.C.G., VIEIRA, F.W.R., BIASI, E.E., SILVA, R.C.F., PEREIRA, V.C.A., NOCE, C.M. Depósito de ouro Cuiabá, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: DNPM/ADIMB – Caracterização de depósitos auríferos em distritos mineiros brasileiros, Brasília, p. 1-77, 2001.
- LOBATO, L.M., RIBEIRO-RODRIGUES, L.C., VIEIRA, F.W.R. Brazil's premier gold province: Part II: geology and genesis of gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Mineralium Deposita, v. 36, p. 249-277, 2001a.
- LOBATO, L. M., RIBEIRO-RODRIGUES, L. C., ZUCCHETTI, M., NOCE, C. M., BALTAZAR, O.F., DA SILVA, L. C., PINTO, C.P., Brazil's premier gold province. Part I: the tectonic, magmatic and structural setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. Mineralium Deposita, v.36, p. 228–248, 2001b.
- LOBATO, L.M., VIEIRA, F.W.R. Styles of hydrothermal alteration and gold mineralization associated with the Nova Lima Group of the Quadrilátero Ferrífero: Part II - The Archean mesothermal gold-bearing hydrothermal system. Revista Brasileira de Geociências, v. 28 (3), p.355 - 366, 1998.
- LOBATO L.M., VIEIRA, F.W.R., RIBEIRO-RODRIGUES, L.C., PEREIRA, L.M.M., MENEZES, M. G., JUNQUEIRA, P. A., PEREIRA, S.L.N. 1998. Styles of hydrothermal alteration and gold mineralizations associated with the Nova Lima Group of the Quadrilátero Ferrífero: Part I, Description of selected gold deposits Revista Brasileira de Geociências, 28(3):339-354.

- LOBATO, L.M., FORMAN, J.M.A., FUZIKAWA, K., FYFE, W.S., KERRICH, R. 1982. Uranium enrichment in Archean basement: Lagoa Real, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 12(1/3):484-486.
- LOBATO, L.M., FORMAN, J.M.A., FUZIKAWA, K., FYFE, W.S., KERRICH, R. Uranium in overthrust Archean basement, Bahia, Brazil. *Canadian Mineralogist*, 21:647-654, 1983.
- LOCZY, L. & LADEIRA, E.A. *Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica*. São Paulo, Editora Edgard Blücher, São Paulo e CNPq, Rio de Janeiro: 528p., 1985.
- MACHADO, N., NOCE, C. M., LADEIRA, E. A., BELO DE OLIVEIRA, O. *Geological Society of America*, . Bulletin, v. 104, p. 1221-1227, 1992
- MANTESSO-NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R., & BRITO NEVES, B.B. (Organizadores). *Geologia do continente Sul-Americano. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca Produções Culturais Ltda. São Paulo, 647p., 2004.
- MARANHÃO, C.M.L. Os conglomerados uraníferos da Formação Moeda, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 102p., 1979.
- MARANHÃO, R., BARREIRO, D.S., SILVA A.P., LIMA F., PIRES P. R .R. A jazida de scheelita de Brejuí/Barra Verde/Boca de Lage/Zangarelhas, Rio Grande do Norte. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), *Principais Depósitos Mineraiis do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v.II, p.393-407. 1986.*
- MARINI, O.J. O futuro da exploração mineral no Brasil depende da superação de tabus anacrônicos. *Entrevista em Indústria da Mineração* Ano III - nº 17, junho de 2008, p.6-7. 2008.
- MARINI, O.J., BOTELHO, N.F. A província de granitos estaníferos de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, 16 (1):19-131. 1986.
- MARINI, O.J. & QUEIROZ, E.T. Main geologic-metallogenetic environments and mineral exploration in Brazil. *Ciência e Cultura*, 43(2), p.153-161. 1991.
- MARINI, O.J. et al. *Mineração e mapeamento das Províncias Mineraiis da Amazônia*. Palestra durante a 59ª Reunião Anual da SBPC. Amazônia: Desafio Nacional - GT.3 – Mapeamento das Províncias Mineraiis da Amazônia. Arquivo pdf: www.adimb.com.br. 63 p. 2007.
- MARTINS NETO, M.A. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rift-sag do paleo / mesoproterozóico. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2):151-168. 1998.
- MATOS, M. D. M. Tectonic evolution of the Equatorial South Atlantic. In: *Atlantic Rift Continental Margins, Geophysics Monograph*, 115:331-354. 2000.
- MEDEIROS NETO, F.A. Mineralizações auríferas da área Pojuca: extração, transporte e deposição a partir de fluídos hidrotermais salinos. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, Anais, 5:1969-1981. 1986.
- MEDEIROS NETO, F.A., VILLAS, R.N. Geologia da jazida de Cu + Au do corpo 4E/Pojuca, Serra dos Carajás. In: *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 2, Belém,PA. Anais... SBG, v. 3, p.97-112. 1985.
- MEIRELES, E.M., TEIXEIRA, J. T., LOURENÇO, R.S., MEDEIROS FILHO, C.A. Geologia, estrutura e mineralização aurífera de Serra Pelada. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, Anais, v. 3: p. 900-911. 1982.
- MEIRELLES, M.R. Geoquímica e metalogênese dos jaspilitos e rochas vulcânicas associadas, Grupo Grão Pará, Serra dos Carajás. Universidade de Brasília, Brasília Dissertação de Mestrado, 150p. 1986.
- MELCHER, G.C. The carbonatites of Jacupiranga, São Paulo, Brazil. In: O.F. Tuttle and G. Gittins (eds), *Carbonatites*. Interscience Publications, London, p. 169-181. 1966.

- MELFI, A.J. Brazilian bauxite deposits: a review. In: CARVALHO, A., BOULANGÉ, B., MELFI, A.J., LUCAS, Y. (eds.) Brazilian Bauxites. São Paulo, USP/FAPESP/ORSTOM, p. 3-22. 1997.
- MELFI, A.J., TRESCASES, J.J., CARVALHO, A., OLIVEIRA, S.M.B., RIBEIRO FILHO, E., FORMOSO, M.L.L. The lateritic ore deposits of Brazil. *Sci. Geol. Bull.*, 41:5-36. 1988.
- MELO, M. T. V. Depósitos de fosfato, titânio e nióbio de Tapira, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T. E COELHO, C.E.S. (Coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CPRM, Brasília, v.IV(C), p. 41-55. 1997.
- MELLO, C.L., BERGQVIST, L. P. & SANT'ANNA, L. G., FONSECA, M. G. Vegetais fósseis do Terciário brasileiro. In Schobbenhaus, C. , Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. / Berbert-Born, M. - SIGEP 86, p.74-79. 2002.
- MELO M. T. V., BORBA, R.R. & COELHO, W. A. O Distrito de Minério de Ferro de Itabira: As minas de Cauê, Conceição, Dois Córregos, Chacrinha, Periquito, Onça and Esmeril. In: SCHOBENHAUS, C & COELHO, C.E.S. 1986. Principais Depósitos Minerais do Brasil, Ferro e Metais da Indústria do Aço. Departamento Nacional da Produção Mineral, Brasília, Vol. 2: 591p. 7-28.1986.
- MELLO, C.H.M.P., DURÃO, G., VIANA, J.S., CARVALHO, C.T.C. Depósitos de cromita das fazendas Medrado e Ipueira, Município de Senhor do Bonfim, Bahia. In: SCHOBENHAUS, C., COELHO, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v.II, p. 215-234. 1986.
- MILANI, E.J., ZALÁN, P.V. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. *Episodes*, 22 (3),199-205. 1999.
- MILANI, E.J., BRANDÃO, J. A. S. L., P. V. ZALÁN & GAMBOA, L. A. P. Petróleo na margem continental brasileira. Geologia, exploração, resultados e perspectivas. *Revista Brasileira de Geofísica*. V.18, no. 3. São Paulo, p.351-396. 2001.
- MILESI, J.P., EGAL, E., LEDRU, P., VERNHET, Y., THIEBLEMONT, D., COCHERIR A., TEGYEY, M., MARTEL-JAUTIN, B., LAGNY, P. Les minéralisations du nord de la Guyane Française dans leur cadre géologique. *Chronique de la Recherche Minière*, 518:5-58.1995.
- MILESI, J.P., LEDRU, P., JOHAN, V., MARCOUSE, E., MOUGEOT, R., LEROUGE, C., RESPAUT, J.P., SABATE, P. Hydrothermal and metamorphic events related to the gold mineralizations hosted within detrital sediments in the Jacobina basin (Bahia, Brazil). In: Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, 39, Salvador, Anais, 7:218-220 e 273-276. 1996.
- MINTER, W.E.L. A sedimentological synthesis of placer gold, uranium and pyrite concentration in Proterozoic Witwatersrand sediments. In: Miall, A.D. (ed.), *Fluvial Sedimentology*, Memoir of the Canadian Society of Petroleum Geology, 5:801-809. 1978.
- MINTER, W.E.L., RENGER F.E., SIEGERS, A. Early Proterozoic gold placers of the Moeda Formation within the Gandarela Syncline, Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology*, 85(5), p. 943-951. 1990.
- MÖLLER, J.C., BATELOCHI, M., AKITI, Y., SHARRATT, M., BORGES, A.L. Geologia e caracterização dos recursos minerais de Morro do Ouro, Paracatu, Minas Gerais. In: PINTO C.P.& MARTINS NETO, M.A. (eds.) *Bacia do São Francisco – Geologia e recursos minerais*, SBG/MG, Belo Horizonte, 199-234. 2001.
- MONTALVÃO, R.M. G., MUNIZ, M.C., ISSLER, R.S., DALL'AGNOL, R., LIMA, M.I.C., FERNANDES, P.E.C.A., SILVA, G.G. Geologia da Folha NA.20–Boa Vista e parte das folhas NA.21–Tumucumaque, NB.20–Roraima e NB.21. In: DNPM, Projeto Radar na Amazônia, Rio de Janeiro. 1975.
- MONTES, A.S.L., MONTES M.L., DARDENNE, M.A. A região de Jacobina, um paleorelevo ativo durante a sedimentação dos grupos Chapada Diamantina e Bambuí. In: SBG, Simpósio Cráton São Francisco e Faixas Marginais, 1, Salvador, Anais, p.79-86. 1981.

- MONTES, M.L. Os conglomerados diamantíferos da Chapada Diamantina, Bahia. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 102p. 1977.
- MOREIRA NETO, A. M., AMARAL, A.J.R. Depósitos de fosfato do Nordeste oriental do Brasil. In: SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T. & COELHO, C.E.S. (coords.). Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CPRM, Brasília, v.IV(C), p.131-151.1997.
- NETTO, A.C.T. Barita de Camamu: considerações sobre a gênese. Boletim Técnico da Petrobras, 20 (2):77-92. 1977.
- NILSON, A.A. 1981. The nature of the Americano do Brasil mafic-ultramafic complex and associated sulfide mineralization. University of Western Ontario, PhD Thesis, 460p.
- NILSON, A.A., SANTOS, M. M. & CUBA, E.A. The nickel copper sulfide deposit in the Americano do Brasil mafic-ultramafic Complex, Goiás, Brazil. Revista Brasileira de Geociências, 12(1/3): 487-498. 1982.
- NILSON, A. A., SANTOS, M. M. & CUBA, E. A. Jazida de níquel, cobre e cobalto de Americano do Brasil, Goiás. In: Schobbenhaus C. Coelho C.E.S. (Coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, V. II, p.257-273. 1986.
- NUNES, A.R., REGO, J.L., MEIRELES, H. P., TALLARICO, J.B.C., SILVA, P.E.L., SIQUEIRA, J.B., STEVANATO, R., FERREIRA, F.J.J. A descoberta do depósito Breves na Província Mineral de Carajás. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 7, Belém, Anais, CD-ROM. 2001.
- OLIVEIRA, A. M. Petrografia, estratigrafia, petroquímica e potencialidade para elementos do Grupo da Platina (EGP) do Complexo Barro Alto, na região de Goianésia, Goiás. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 86p. 1993.
- OLIVEIRA, C.G., QUEIROZ, C.L., PIMENTEL, M. P. The Arenópolis-Mara Rosa gold-copper belt. Neoproterozoic Goiás magmatic arc. Revista Brasileira de Geociências, 30(2):219-221.2000.
- OLIVEIRA, S.M.B., TRESCASES, J.J. Estudo mineralógico e geoquímico da laterita níquelífera de Niquelândia, GO. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, Anais, 3:1183-1190. 1982.
- OLIVEIRA, T. Em busca de reservas. Revista Inthemine, No.16, p.16-21. 2008.
- OLIVEIRA, T. O velho e bom metal. Revista Inthemine, No.16, p.46-53. 2008.
- PARENTE, C.V., GUILLOU, J.J., ARTHAUD, M.H. Geologia e paleogeografia dos depósitos de magnesita de idade proterozóica (2Ga) da região de Alencar (Ceará). In: SBG, Simpósio de Geologia Nordeste, 16, Recife, Anais, 2: p. 428-432. 1998.
- PECORA, W.T. & BARBOSA, A. LICÍNIO M. Jazidas de níquel e cobalto em São José do Tocantins, Goiás. DNPM/DFPM, Boletim No. 64. Rio de Janeiro. 1944.
- PEDROSA-SOARES, A.C., DARDENNE, M.A., HASUI, Y., CASTRO, F.D.C. Mapa metalogenético de Minas Gerais, 1:1.000.000, COMIG, Belo Horizonte. 1994.
- PEDROSA-SOARES, A. C., DARDENNE, M.A., HASUI, Y., CASTRO, F.D.C., CARVALHO, M.V.A. Nota explicativa dos mapas geológico, metalogenético e de ocorrências minerais do Estado de Minas Gerais, 1: 1.000.000, COMIG, Belo Horizonte, 97p. 1994.
- Pedrosa-Soares, A. C., Faria, C. F., Reis, L. B. The Minas-Bahia graphite Province, Eastern Brazil: mineralization controls and types. In: EUG – European Union of Geosciences Congress, 10, Strasbourg, France. 1999.
- PEDROSA-SOARES, A.C., WIEDEMANN, C.M., FERNANDES, M.L.S., FARIA, L.F., FERREIRA, J. C.H., Geotectonic significance of the Neoproterozoic granitic magmatism in the Araçuáí belt, eastern Brazil: a model and pertinent questions. Revista Brasileira Geociências, 29(1): 59-66. 1999.

- PEDROSO, A.C., SCHMALTZ, W.H. Jazimentos de níquel laterítico de Niquelândia, Goiás. In: SCHOBENHAUS, C., COELHO, C. E. S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, Brasília, DNPM/ CVRD, v.II, p.307-314. 1986.
- PEREIRA, S.L.M., LOBATO, L.M., FERREIRA, J.E., JARDIM, E.C., Nature and origin of the BIF-hosted São Bento gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Brazil, with special emphasis on structural controls. *Ore Geology Reviews* 32, 571–595, 2007; doi: 10.1016/j.oregeorev.2005.03.018.
- PEREIRA, R.S. Técnicas exploratórias na prospecção de kimberlitos – estudo de caso. *Revista Brasileira de Geociências*, 4:405-416. 2001.
- PIMENTEL, M. M., HEAMAN, L. & FUCK, R.A. U-Pb zircon and sphene geochronology of late Proterozoic volcanics arc rock units from southwestern Goiás, Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v.4, n. 4 p.329-339. 1991.
- PIMENTEL, M.M., WHITEHOUSE, M.J., VIANA, M.G., FUCK, R.A., MACHADO, N. The Mara Rosa arc in the Tocantins Province: further evidence for Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil. *Precambrian Research*, 81:299-310. 1997.
- PINHEIRO, R.V.L., HOLDSWORTH, R. E. Reactivation of Archean strike-slip fault system, Amazon region, Brazil. *Journal of Geological Society, London*, 154:99-103. 1997.
- PINHO, F.E.C. The origin of the Cabaçal Cu-Au deposit, Alto Jauru Greenstone Belt. Brazil. University of Western Ontario. Canada, PhD Thesis, 211p. 1996.
- PINTO, C. P. (org.). Projeto Rio das Velhas: texto explicativo. Belo Horizonte, CPRM, 122p. Convênio DNPM/CPRM. 1996.
- PINHO, F.E.C., FYFE, W.S., PINHO, M.A.S.B. Early Proterozoic evolution of the Alto Jauru Greenstone Belt, Southern Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Review*, 39:220-229.
- PIRES, F.R.M. Geologia do distrito manganesífero de Conselheiro Lafaiete, MG. UFRJ, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 344p. 1997.
- PROSPEC S.A. Projeto Rio das Velhas - Levantamento Aeromagnetométrico, Gama-espectrométrico e Eletromagnético (Aquisição, Processamento e Interpretação de Dados). Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Consórcio de Empresas Mineradoras (DOCEGEO, RTDM, MMV, COMIG, MBR, SAMITRI, UNAMGEN e WMC), Relatório Final, texto e anexos, 18 vol., Rio de Janeiro, 1993.
- RAO, A.B. Borborema metallogenic province: a hydrothermal model. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 27, Aracaju, Boletim Resumos 1:22. 1973.
- RAPOSO, C. & LADEIRA, E.A. Litoquímica dos elementos terras raras de itabiritos da Serra do Curral, Quadrilátero Ferrífero, MG. In: SBG, Simpósio de Geologia Minas Gerais, 7, Belo Horizonte, Anais, 95-98. 1993.
- REMUS, M.V.D., HARTMANN, L.A., McNAUGHTON, M.J., GROVES, D.I., REISCHL, J.L., DORNELES, H.T. The Camaquã Cu (Au, Ag) and Santa Maria Pb-Zn (Cu-Ag) mines of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. In: Silva, M. G., Misi, A. (eds.), Base Metal Deposits of Brazil, MME/ CPRM/DNPM, Belo Horizonte, p. 54-63. 1999.
- RIBEIRO, A.; TROUW, R. A. J.; ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. G. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco.. *Revista Brasileira de Ciências*, v. 25, n. 4, p. 17-31. 1995.
- Richardson, S.V., Kesler, S.I., Essene, E.J. Origin and geochemistry of the Chapada Cu-Au deposit, Goiás, Brazil: a metamorphosed wall-rock porphyry copper deposit. *Economic Geology*, v. 81, p.1884-1898.1986.
- RIVALENTI, G., GIRARDI, V.A.V., SINIGOLFI, S., ROSSI, A., SIENA, F. The Niquelândia mafic-ultramafic complex of Central Brazil: petrological considerations. *Revista Brasileira de Geociências*, 12:380-391.1982.

- RODRIGUES, O.B., KOSUKI, R., COELHO FILHO, A. Distrito manganésífero de Serra do Navio, Amapá. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, v.II,p. 167-175. 1986.
- ROMANO, A.W.. La Évolution tectonique de la region du Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brésil. Tese de doutorado. Universidade de Nanci I, Nanci, 259p. 1990.
- RONCHI, L.H., TOURAY, J.C., MICHARD, A., DARDENNE, M.A. The Ribeira fluorite district southern Brazil: geological and geochemical (REE, Sm-Nd isotopes) characteristic. *Mineralium Deposita*, 28:240-252. 1993.
- RONCHI, L.H., LINDENMAYER, Z.G., BASTOS NETO, A., MURTA, C. R. O *stockwork* e a zonação do minério sulfetado no arenito inferior a Mina Uruguai-RS. In: Ronchi, L.H., Lobato, A.O.C. (eds.), *As Minas de Camaquã: um estudo multidisciplinar*, Unisinos, São Leopoldo, RS, 165-190. 2000.
- ROSIÈRE, C.A.; RENGER, F. E.; PIUZANA, D.; SPIER, C.A. 2005. Pico de Itabira, MG - Marco estrutural, histórico e geográfico do Quadrilátero Ferrífero. IN: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S. (Editores.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 21/6/2005 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio042/sitio042.pdf>
- ROUTHIER, P. Quelques lois regissant la distribution des gisements des metaux au sein des plaques continentales. C. R. Academie des Sciences, (D), v.288, p.859-862.1979.
- ROUTHIER, P. Where are the metals for the future? The metal provinces: An assay on Global Metallogeny. Éditions du BRGM (Bureau de Recherche Geol. et Minière) Editions, , Orléans, France, 400p. il. 1983.
- SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos*, 1(1): 1-15. 1993.
- SAADI, A. Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais. Tese de admissão ao cargo de Professor Titular, IGC, UFMG. 450p. 1991.
- SAD, A.R., CAMPOLINO, A., COSTA, A., MAIA DE LIMA, F.R.T., CARVALHO R.S. Depósito de Potássio de Fazendinha, Nova Olinda do Norte, Amazonas. In: SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T., COELHO, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM-CPRM, v.IV(C), p.257-276. 1997.
- SAD, A.R., LIMA, F.R.T., WOLF, F., SOARES, J.M., CARVALHO, R.S. Depósito Potassífero da Fazendinha-Bacia do Médio Amazonas. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, Anais, v.3, p.1086-1099. 1982.
- SÃES, G.S. Evolução tectônica e paleogeográfica do aulacógeno Aguapeí (1,2-1,0 Ga) e dos terrenos do seu embasamento na porção sul do Cráton Amazônico. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, Tese de Doutorado, 135p. 1999.
- SÃES, G.S., PINHO, F.E.C., LEITE, J.A.D. Coberturas metassedimentares do Proterozóico Médio no sul do Cráton Amazônico e suas mineralizações auríferas. In: SBG, Simpósio de Geologia Centro-Oeste, 3, Cuiabá, Anais, 37-47. 1991.
- SALIM, J. Géologie, pétrologie et géochimie des skarns à scheelite de la mine de Brejuí, Currais Novos, région du Seridó, NE du Brésil, Tese de Doutorado, Univ. Louvain, 272p. 1993.
- SANT'ANNA, L. G. Mineralogia das argilas e evolução geológica da Bacia de Fonseca, Minas Gerais. São Paulo, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 151p. 1994.
- SANT' ANNA, L. G. & SCHORSCHER, H. D. Estratigrafia e mineralogia dos depósitos cenozóicos da região da Bacia de Fonseca, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 69 (2),p.211-226.1997.

- SANT'ANNA, L. G., SCHORSCHER, H. D., RICCOMINI, C. Cenozoic tectonics of the Fonseca Basin region, Eastern Quadrilátero Ferrífero, MG, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v.10 (3/4), p.275-284.1997.
- SANTOS, E.L., MACIEL, L.A.C.& ZIR FILHO, J.A., Distritos mineiros do Rio Grande do Sul. Programa Nacional de Distritos Mineiros, DNPM, Porto Alegre, 35 p. 1998.
- SANTOS, J.O.S. A parte setentrional do Cráton Amazônico (Escudo das Guianas) e a Bacia Amazônica. In: SCHOBHENHAUS, C., CAMPOS, D.A., DERZE, G.R. ASMUS, H.E. (coords.). *Geologia do Brasil*, DNPM, Brasília, 57-91. 1984.
- SANTOS, J.O.S., GROVES, D.I., HARTMANN, L.A., MOURA, M.A., MCNAUGHTON, N.J. Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta Domains, Tapajós-Parima orogenic belt, Amazon Craton, Brazil. *Mineralium Deposita*, v.36 (3/4), p.278 - 299. 2001.
- SANTOS, J.O.S., HARTMANN, L. A., GAUDETTE, H. E., GROVES, D.I., MCNAUGHTON, N.J., FLETCHER, I.R. A New Understanding of the Provinces of the Amazon Craton Based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Research*, v. 3 (4), p.453-488.2000.
- SANTOS, J.O.S., REIS, N.J., HARTMANN, L. A, MCNAUGHTON, N.,J. FLETCHER, I. 1999. Associação anortosito-charnockito-rapakivi no Caliminiano do norte do Cráton Amazônico, Estado de Roraima, Brasil: evidências da geocronologia U-Pb (SHRIMP) em zircão e baddeleyita. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Manaus, SBG, Boletim Resumo Expandidos, p. 502-505.
- SANTOS, L.C.S., ANACLETO, R. Jazida de Urânio de Espinharas, Paraíba. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil*, Brasília, DNPM/CVRD, v.I, p.143-155.1985.
- SANTOS, M.D., LEONARDOS, O.H., FOSTER, R.P., FALLICK, A.E. The lode-porphyry model as deduced from the Cumaru mesothermal granitoid-hosted gold deposit, southern Pará, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.28 (3), p.327-338.1998.
- SANTOS, O.M., VITORASSO, E.C.L., SILVA, R.M., GUERRA, H.R.M., CHAVES, J.J., MANTOVANI, T.J., SILVA, R.A., KALIL JR., A.R., SANTOS, V.A.M., NAVARRO, L.A.G., PENA, L.S.T. Mina de ouro de Fazenda Brasileiro, Bahia. In: SCHOBHENHAUS, C., COELHO, C.E.S. (coords.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil*, DNPM, Brasília, v.III, p. 431-444.1988.
- SANTOS, R.V.. Geologia e geoquímica do depósito de fluorita do complexo alcalino-carbonatítico de Mato Preto, Paraná. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 144p.1988
- SAVI, C.N. 1980. Gênese e controle das mineralizações de fluorita da região de Criciúma-SC. Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 112p.
- SAVI, C.N., DARDENNE, M.A. Zonação, paragênese e controles da mineralização de fluorita do filão 2ª Linha Torres, município do Morro da Fumaça Santa Catarina. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, Anais, v. 3:1743-1757. 1980.
- SANTOS, J.O.S., NUTMAN, A. P., BRITO NEVES, B. B. Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia: Implicações Sobre a Evolução Tectônica da Zona Transversal, Província Borborema. *Revista do Instituto de Geociências, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Geologia, Série Científica.*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 1-12. 2004.
- SCARPELLI, W. Aspectos genéticos e metamórficos das rochas do Distrito de Serra do Navio. DGM/DNPM, Rio de Janeiro, Avulso 41, 37-55.1966.
- SCHNEIDER, R.L., MULLMANN, H., TOMMASI, E., MEDEIROS, R.A., DAEMON, R.S.F., NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, Anais, v.1, p.41-66.1974.
- SCHOBHENHAUS, C. Distribution of mineral deposits through geologic time in Brazil. In: *International Geologic Congress*, 27. Moscow. Abstracts, v6 (12), p.289. 1984.

- SCHOBENHAUS, C., CAMPOS, D.A., DERZE, G.R. ASMUS, H.E. (coords.). Geologia do Brasil. Brasília, DNPM, 501 p. 1984.
- SCHOBENHAUS, C., CAMPOS, D.A. A evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In: SCHOBENHAUS, C., CAMPOS, D.A., DERZE, G.R. ASMUS, H.E. (coords.). Geologia do Brasil, DNPM, Brasília, 9-53. 1984.
- SCHOBENHAUS, C. & BRITO NEVES, B. BA Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul - Americana. In: L. A. BIZZI, C. SCHOBENHAUS, R. M. VIDOTTI E J. H. GONÇALVES (editores) Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM-SGB. Brasília, 674p. 2003.
- SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T., COELHO, C.E.S. (coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v.IV(B), 627 p. 1997a.
- SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T., COELHO, C.E.S. (coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. IV(C), 634 p. 1997b.
- SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T., COELHO, C.E.S. (coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, Brasília, DNPM/CPRM, v. IV(C), p. 69-93. 1997 b.
- SCHOBENHAUS, C. O Proterozóico Médio do Brasil com ênfase à região Centro-Leste, Tese de Doutorado, Universität Freiburg, Alemanha, 166p. 1993.
- SCHOBENHAUS, C., COELHO, C.E.S., ARMESTO, R.C.G. (coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. I, 187 p. 1985.
- SCHOBENHAUS, C., COELHO, C.E.S. (coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. II, 501 p. 1986.
- SCHOBENHAUS, C., COELHO, C.E.S. (coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. III, 670 p. 1988.
- SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T., COELHO, C.E.S. (coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM/CVRD, Brasília, v. IV(A), 461 p. 1991.
- SCHRANK A., OLIVEIRA, F.R., TOLEDO, C.L.B., ABREU, F.R. The Nature of hydrodynamic gold deposits related to Archean Rio das Velhas greenstone belt and overlying Paleoproterozoic Minas basin. In: SBG, Symposium on the Archean Terranes of South America Platform, Brasilia, Extended Abstracts, 60-61. 1996.
- SCLIAR, C. Geologia, Mineração e Transformação mineral no Brasil de hoje e na construção do futuro. SGM/MME. Apresentação na FIEMG /SINDIEXTRA-MG Belo Horizonte, 24 de agosto de 2009. ppt. Em pdf. 35 slides. 2009 a
- SCLIAR, C. Ações e programas efetivos anti-crise no Setor de Exploração Mineral. ADIMB: III Encontro de Gerentes de Exploração Mineral. Brasília, DF. 24 de Abril de 2009. SGM/MME Apresentação em ppt. Em pdf. 40 slides. 2009 b
- SENGÖR, A.M.C. Plate Tectonics and orogenic research after 25 years: a Tethyan Perspective. Earth Science Reviews, v. 27:1-201. 1990.
- SGARBI, G. N. & LADEIRA, E. A. Transported ventifacts and the Abaeté conglomerate associated with the Cretaceous-Proterozoic unconformity at Central Plateau, Brazil. III Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil. UNESP, Campus de Rio Claro, S. P. Boletim do...p.189-191. 1994.
- SGARBI, P. B. A. & VALENÇA, J. G. Mineral and rock chemistry of Mata da Corda kamafugitic rocks (MG State, Brazil). Anais Academia Brasileira de Ciências, v. 67, n. 2, p. 257-270, 1995.
- SIAL, A.N., The Rio Grande do Norte alkaline olivine basalt association, northeast Brazil. Revista Brasileira de Geociências, v.6 (11),1-14. 1976.
- SIAL, A.N., COSTA, M.L., MACAMBIRA, J.B., GUEDES, S. C. Isótopos de carbono e oxigênio em carbonatos de BIFs de testemunhos de sondagem na Serra dos Carajás,

- Amazônia, Brasil. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Manaus, Boletim Resumos Expandidos, 335-338, 1999.
- SIGA Jr., O. Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 212 p. 1995.
- SIGHINOLFI, G. P., GIRARDI, V. A.V., RIVALENTI, G., SIGHINOLFI, S., ROSSI, A. PGE, Au and Ag distribution in the Precambrian Niquelândia Complex, Central Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 13(1):52-55. 1983.
- SILVA, A.B., LIBERAL, G.S., GROSSI, SAD, J.H., ISSA FILHO, A., RODRIGUES, C.S., RIFFEL, B.F. Geologia e petrologia do Complexo Angico dos Dias (Bahia, Brasil): uma associação carbonática pré-cambriana. *Geochimica Brasilienses*, v.2(1), p.81-108.1988.
- SILVA, C. R., RIZZOTO, G.J. Província aurífera Guaporé. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Camboriú, Anais, 1: 323-325. 1994.
- SILVA, M. A. M. Evaporitos do Cretáceo da Bacia do Araripe: ambiente de deposição e história diagenética. *Boletim Geociências PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 2(1): 53-63. 1988.
- SILVA, M.R.R., Dantas, J.R.A. Província pegmatítica da Borborema-Seridó, Paraíba e Rio Grande do Norte. In: Schobbenhaus C., Queiroz E.T., Coelho C.E.S. (coords.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM, Brasília*, v. IV(B), p.441-467. 1997.
- SOARES, P. C., LANDIM, P.M.B., FÚLFARO, V.J. Avaliação preliminar da evolução das bacias intracratônicas brasileiras. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, Anais, 4:61-83. 1974.
- SOARES, P. C., LANDIM, P.M.B., FÚLFARO, V.J. Tectonic Cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. *Geological Society of America Bulletin*, v.89, p.181-191. 1978.
- SOUZA, S.S., POTREL, A., LAFON, J.M., ALTHOFF, F.J., PIMENTEL, M.M., DALL'AGNOL, R., OLIVEIRA, C.G. Nd, Pb, and Sr isotopes in the Identidade Belt, an Archean greenstone belt of the Rio Maria region (Carajás Province, Brazil): implications for the Archean geodynamic evolution of the Amazonian Craton. *Precambrian Res.*, 109:293-315. 2001
- SOARES, J. E., FUCK, R. A. & BERROCAL, J. Geophysical signature of the lithosphere at the western border of São Francisco plate, paper presented at III Simpósio sobre o Craton do São Francisco, Sociedade Brasileira de Geofísica, Salvador, Brazil. 2005.
- SOARES, J. E., BERROCAL, R. A. FUCK, W. D. MOONEY, & VENTURA, D. B. R. Seismic characteristics of central Brazil crust and upper mantle: A deep seismic refraction study, *Journal of Geophysical Research*, v. 111, B12302, doi:10.1029/2005JB003769. 2006.
- SOUZA, J. MENDO M. Síntese do Dia: Uma visão brasileira da mineração. In: Lins, F., A., F., Loureiro, L. E.V., e Albuquerque, G.A.A.S.C.2000. *Brasil 500 anos. A construção do Brasil pela Mineração, CETEM*, 254p; p.133-137. 2000.
- SPIER, C.A., FERREIRA FILHO, C. F. The Chromite Deposits of the Bacuri Mafic-Ultramafic Layered Complex, Guyana Shield, Amapá State, Brazil. *Economic Geology*, v. 96:817-835. 2001.
- SUGUIO, K. *Mudanças Ambientais da Terra. (1ª Edição: em português e japonês)*. Instituto Geológico. Secretaria do Meio Ambiente Governo do Estado do São Paulo. São Paulo, 339p. 2008.
- SUGUIO, K. *Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 366 p. 2001.
- SUGUIO, K. Recent progress in Quaternary Geology in Brazil. *Episodes*, v. 22(3), p.217-220
- SUGUIO, K., Martin, L. 1996. The role of neotectonics in the evolution of the Brazilian Coast. *Geonomos*, v.4, p.45-53. 1999.

- SUITA, M.T.F. Geologia da área Luanga com ênfase na petrologia do complexo básico-ultrabásico Luanga e depósitos de cromita associados, Pará. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 83p. 1988.
- SUITA, M.T.F. Geoquímica e metalogenia de elementos do grupo da platina (EPG+Au) em complexos máfico-ultramáficos do Brasil: critérios e guias com ênfase no complexo máfico-ultramáfico acamadado de alto grau de Barro Alto (CBA, Goiás)., Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre 525p. 1996.
- SUITA, M.T.F., NILSON, A.A. O depósito de cromita estratiforme do Complexo de Luanga, Província Carajás, Pará. Aspectos Geoquímicos. In: SBGq, Congresso Brasileiro de Geoquímica, 3, São Paulo, Resumos, p. 203-206. 1991.
- SUSZCZYNSKI, E.F. Os recursos minerais e potenciais do Brasil e sua metalogenia. Livraria Interciência Ltda. Rio de Janeiro, 525p. 1975.
- TALLARICO, F.H.B., COIMBRA, C. R., COSTA, C.H.C. The Serra Leste sediment-hosted Au-(Pd-Pt) mineralization, Carajás Province, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30 (2), p.226-229. 2000.
- TEIXEIRA, N. Geologia, petrologia e implicações prospectivas da província kimberlítica de Juína (MT). Universidade de Brasília, Brasília, Exame de Qualificação, 84p. 1996.
- TEIXEIRA, N.A., GASPAR, J.C., BRENNER, T.L., CHENEY, J. T., MARCHETTO, C.M.L. Geologia e implicações geotectônicas do *greenstone belt* do Morro do Ferro (Fortaleza de Minas, MG). *Revista Brasileira de Geociências*, v.17, p.209-220. 1987.
- TEIXEIRA, W. Avaliação do acervo de dados geocronológicos e isotópicos do Cráton do São Francisco, implicações tectônicas. In: In Dominguez, J.M.L. & Misi A. (editores). O Cráton do São Francisco. SBG, SGM, CNPq. Salvador, p. 11-33. 1993.
- TEIXEIRA, W. & FIGUEIREDO, M. C. H. An outline of Early Proterozoic crustal evolution in the São Francisco Craton, Brazil, a review. *Precambrian Research*, v. 53, p.1-22. 1991.
- TEIXEIRA W., SABATÉ, P., NOCE, C.M. & CARNEIRO, M.. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Cráton, Brazil. In: CORDANI, U.G., MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D.A. 2000. *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, August, 2000, Rio. p. 101-137. 2000
- TEIXEIRA, W., GONZALEZ, M. Minas de Camaquã, município de Caçapava do sul, RS. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil*, DNPM, Brasília, v. III, p.33-41. 1988.
- THORMAN, C. H. & LADEIRA, E. A. Introduction to a Workshop on gold deposits related to greenstone belts in Brazil. IUGS - IBRAM Workshop on Gold in Brazil. Introductory Chapter, p.1-33. 1986.
- TROMPETTE, R., ALVARENGA, C.J.S., WALDE, D.H.G. Geological evolution of the Neoproterozoic Corumbá graben system (Brazil): Depositional context of the stratified Fe and Mn ores of the Jacadigo Group. *Journal of South American Earth Sciences*, v.11(6), p.587-597. 1998.
- UHLEIN, A. A transição entre cráton e faixa dobrada: exemplo do Cráton de São Francisco e da Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no Estado de Minas Gerais. Aspectos estratigráficos e estruturais. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 295p. 1991.
- ULBRICH, H.H.G.J., GOMES, C.B. Alkaline rocks from continental Brazil: A review. *Earth-Science Reviews*, v. 17 (1-2); p.135-154. 1981.
- URBAN, H., STRIBRNY, B., & LIPPOLT, H.J., Iron and manganese deposits of the Urucum district, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Economic Geology*, v. 87, p. 1375-1392. 1992.
- VALENÇA, J. G. Geology, petrography and petrogenesis of some alkaline igneous complexes of the Rio de Janeiro State. Brazil. Ph.D. Thesis. University of Western Ontario. London, Ontario, Canada. 1980.

- VEIGA, A.T.C. Geologia da província aurífera do Cassiporé, Amapá. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 2, Belém, Anais, v.3, p.135-146. 1988.
- VEJA. 40 Propostas para o Brasil. Editora Abril, edição 2077, Ano I, no.36. 10 de setembro de 2008. p. 110-122. Também em: www.veja.com.br
- VEIGA, A.T.C. Mina de ouro de Novo Planeta, Alta Floresta, Mato Grosso. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S. (coords.). Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM, Brasília, v. III, p.569-574. 1988.
- VEIGA, A.T.C. Significado paleoambiental e econômico dos aluviões auríferos e estaníferos da Amazônia. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 111p. 1991.
- VEIGA, A.T.C., DARDENNE, M.A., SALOMÃO, E.P. Geologia dos aluviões auríferos e estaníferos da Amazônia. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, vol. 1: 164-177.1988.
- VIAL, D. S. Geologia da Mina de Ouro de Raposos. Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Sul, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriu, SC, Anais, v.3, p. 1851-1866. 1980a.
- VIAL, D.S., Geologia da Mina de Ouro de Bicalho. Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Sul, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriu, SC, Anais, v.3, p. 1835-1850. 1980b.
- VIAL, D. S., Mina de Ouro de Cuiabá, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: SCHOBHENHAUS, C., & COELHO, C. E. S. (coords). Depósitos Minerais do Brasil, Vol.3: Metais básicos não ferrosos, ouro e alumínio. Departamento Nacional da Produção Mineral, Brasília, p. 413-419. 1988a.
- VIAL, D.S. Mina de Ouro da Passagem, Mariana, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S., (coords). Principais Depósitos Minerais do Brasil, Vol.3: Metais básicos não ferrosos, Ouro e Alumínio. Departamento Nacional da Produção Mineral, Brasília, p: 421-430. 1988b.
- VIEIRA, F.W.R. Gênese das mineralizações auríferas da mina de Raposos. Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de Minas Gerais, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 4, Belo Horizonte, Boletim 7, p. 358-368. 1987.
- VIEIRA, M. A. Caracterização Geológico-Geofísica das Mineralizações Auríferas do Greenstone Belt Rio das Velhas. Mina do Córrego do Sítio, Santa Bárbara, MG; CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Belo Horizonte (SUREG-BH), Relatório Final, 1 v.17, p. Belo Horizonte (MG), dezembro/1996.
- VIEIRA, R.A. B, MENDES, M. P., VIEIRA, P. E., COSTA, L.A.R., TAGLIARI, C.V., BACELAR, L.A.P., FEIJÓ, F.J. Bacias do Espírito Santo e Mucuri. In: Boletim de Geociências da Petrobras, v. 8(1): p.191-202. 1994.
- VILELA, O.V. As jazidas de minério de ferro dos municípios de Porteirinha, Rio Pardo de Minas, Riacho dos Machados e Grão-Mogol, norte de Minas Gerais. In: SCHOBHENHAUS, C., COELHO, C.E.S.(coords.), Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM, Brasília, v.III, p.111-120. 1986.
- VILLAS, R.N., GALARZA, M. A., ALMADA, M. C., VIANA, A. S., RONZÊ, P. Geologia do depósito Igarapé Bahia/Alemão, Província Carajás, Pará. In: DNPM/ADIMB – Caracterização de depósitos auríferos em distritos mineiros brasileiros, Brasília, p. 213-240. 2001.
- WALDE, D.H.G., GIERTH, E., LEONARDOS, O H. Stratigraphy and mineralogy of the manganese ores of Urucum, Mato Grosso, Brazil. Geologische Rundschau, 70:1077-1085. 1981.
- WINGE, M., Considerações sobre a geologia e parte da Chapada Diamantina, Bahia Central. Sudene. Recife, 49 p. 1968.
- Z. X. LI et al. The Rodinia Map, and an animation of global palaeogeography between 1100 Ma and 530 Ma. Precambrian Research, v. 160, p.179-210. 2008.

- ZUCCHETTI, M. & BALTAZAR, O.F. (editores), 1998. Projeto Rio das Velhas. Texto explicativo do mapa geológico integrado escala 1: 100.000. Departamento Nacional de Produção Mineral/CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte, Brasil, 121 p.
- ZUCCHETTI, M., BALTAZAR, O.F., RAPOSO, F.O. 1998. Estratigrafia. In: M. Zucchetti, O.F. Baltazar (editores), Projeto Rio das Velhas. Texto explicativo do mapa geológico integrado, escala 1:100.000. 2nd ed. Departamento Nacional de Produção Mineral/CPRM - SGB, Belo Horizonte, p. 13–42.

PRINCIPAIS SITES CONSULTADOS

www.bancocentral.gov.br
www.brasilmineral.com.br
www.bndes.gov.br
www.brasilmineral.com.br
www.coremisgm.gob.mx
www.cprm.gov.br
www.dnpm.gov.br
www.empremin.org.ar
www.fraserinstitute.org.ca
www.ga.gov.au
www.imd.org
www.ipeadata.gov.br
www.meg.com.ca
www.mme.gov.br
www.pdac.org.ca
www.pnud.org
www.portalangop.co.ao
<http://sigeo.sernageomin.cl>
www.undp.org
www.usgs.gov
www.worldbank.org
www.ess.nrcan.gc.ca

APENDICE: SIGLAS PARA o RELATÓRIO

AAGS Andean Association of Geological Surveys
ABIPTI Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica
ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos
ADIMB Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira
AEB Agência Espacial Brasileira
ANA Agência Nacional de Águas
ANP Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APA Área de Proteção Ambiental
ASTER Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
BDEP Banco de Dados de Exploração e Produção
CBPM Companhia Baiana de Pesquisa Mineral
CCGM Comissão da Carta Geológica do Mundo
CENPES Centro de Pesquisas (da PETROBRÁS)
CENSIPAM Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CETEM Centro de Tecnologia Mineral
C&T Ciência e Tecnologia
CGMW Commission for the Geological Map of the World
CIEG Centro Integrado de Estudos Geológicos
CIMM Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo
CIG Centro de Informações Geocientíficas
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CODIMI Comitê de Direitos Minerários
CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CREA Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CRA Centro de Recursos Ambientais
CRVRV Cinturão de Rochas Verdes Rio das Velhas
CT-HIDRO Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para Recursos Hídricos
CYTED Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para el Desarrollo
DGM Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
DHN Diretoria de Hidrografia e Navegação
DHT Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial
DINAMIGE Dirección Nacional de Minería y Geología
DNAEE Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNG Direção Nacional de Geologia
DNPM Departamento Nacional de Produção Mineral
DRI Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento
EAGS European Association of Geological Surveys
EIBEX Estudos Integrados de Bacias Experimentais
ERJ Escritório Rio de Janeiro
ESS Earth Sciences Sector (Canada)
FINEP Financiadora de Estudos e Projetos
FUNCATE Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais
FUNMINERAL Fundo de Fomento à Mineração
FURG Fundação Universidade do Rio Grande
GEOBANK Banco de Dados Geológicos
GEOCHRONOS Rede Nacional de Estudos Geocronológicos, Geodinâmicos e Ambientais
GEREMI Gerência de Recursos Minerais
GIS Geographic Information System
GPS Global Positioning System

IBRAM Instituto Brasileiro de Mineração
IDH Índice de Desenvolvimento Humano
ICP-OES Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy
INETI Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (Portugal)
IGAM Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INPA Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
ITI Instituto de Tecnologia Industrial
LAMIN Laboratório de Análises Minerais
LGBs Levantamentos Geológicos Básicos
Mb Megabytes
MCT Ministério da Ciência e Tecnologia
MDA Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MI Ministério da Integração Nacional
MMA Ministério do Meio Ambiente
MME Ministério de Minas e Energia
NRCan Natural Resources Canada
OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONRM Oficina Nacional de Recursos Minerais
ONU Organização das Nações Unidas
PAC Programa de Aceleração do Crescimento
PAS Plataforma Sul Americana
PCJB Plataforma Continental Jurídica Brasileira
PDAC Prospectors & Developers Association of Canada
PETROBRAS Petróleo Brasileiro S/A
PGB Programa Geologia do Brasil
PGGM Programa de Geologia e Geofísica Marinha
PLGB Programa Levantamentos Geológicos Básicos
PLH Programa Levantamentos Hidrogeológicos
PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPA Programa Plurianual
PPI Projeto-Piloto de Investimentos
PROSUL Programa Sul-Americano de Apoio à Cooperação em Ciência e Tecnologia
RADAM Radar na Amazônia
REMPLAC Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira
RENCA Reserva Nacional do Cobre e Associados
RETE Residência de Teresina
RMS Região Metropolitana de Salvador
SAR Synthetic Aperture Radar
SBG Sociedade Brasileira de Geologia
SBGf Sociedade Brasileira de Geofísica
SBGq Sociedade Brasileira de Geoquímica
SBP Sociedade Brasileira de Paleontologia
SCDN Sistema de Cadastro de Desastres Naturais
SECIRM Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
SEDR Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável
SEGEMAR Servicio Geológico Minero Argentino
SESAN Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
SEUS Serviço de Atendimento ao Usuário
SGB Serviço Geológico do Brasil
SGB/CPRM: Serviço Geológico do Brasil/ Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

SGs Serviços Geológicos
SGM Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
SGMEX Serviço Geológico Mexicano
SGRV Supergrupo Rio das Velhas
SGs: Serviços Geológicos.
SHRIMP Sensitive High Resolution Ion Micro Probe
SIAGAS Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIC Secretaria de Indústria e Comércio
SIG Sistema de Informações Geográficas
SIM Sistema Internacional de Medidas
SIMEXMIN Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral
SINDINAM Sindicato Nacional da Indústria de Águas Minerais
SNET XI Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos
SIPAM Sistema de Proteção da Amazônia
SISAG Sistema de Informação do Sistema Aquífero Guarani
SMM Secretaria de Minas e Metalurgia
SRH Superintendência de Recursos Hídricos
SRTM Shuttle Radar Topography Mission
SSA Sistema Simplificado de Abastecimento por Água Subterrânea
SUREG Superintendência Regional
TI Tecnologia da Informação
TIB Tecnologia Industrial Básica
UERJ Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFAM Universidade Federal do Amazonas
UFBA Universidade Federal da Bahia
UFF Universidade Federal Fluminense
UFMG Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP Universidade Federal de Ouro Preto
UFPA Universidade Federal do Pará
UFRA Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina
UnB Universidade de Brasília
UNEB Universidade do Estado da Bahia
UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNESP Universidade Estadual Paulista
UNICAMP Universidade Estadual de Campinas
UNISINOS Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UNIVALE Universidade Vale do Rio Doce
UNIVALI Universidade do Vale do Itajaí
USP Universidade de São Paulo
ZCs Zonas de cisalhamento