

APRESENTAÇÃO

Um dos eixos estabelecidos pelo Ministério de Minas e Energia, através da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, para fortalecer a CPRM em seu papel de Serviço Geológico do Brasil, foi consolidar a atuação do órgão na área de geologia aplicada ao ordenamento territorial, entendido esse passo, como o resgate de uma atribuição institucional, até então conduzida pontualmente, sem as diretrizes de uma macropolítica setorial. Como fruto dessa determinação, temos a satisfação de entregar à Sociedade Brasileira o **MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL – 1:2.500.000**, trabalho, conduzido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil - concebido com o objetivo de oferecer aos diversos segmentos da Sociedade Brasileira, uma tradução do conhecimento geológico-científico, com vistas a sua aplicação ao uso adequado do território.

Essa iniciativa insere-se num projeto maior, de dotar o Brasil de cartas temáticas territoriais do meio físico, como ferramentas de planejamento, em todas as áreas do nosso campo de atribuições institucionais. Na área da geologia básica, esse projeto teve início em 2001, com a edição da Carta Geológica, Tectônica e de Recursos Minerais do Brasil, 1:2.500.000, concluído em 2005 com o lançamento da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Ainda em 2006 está previsto o lançamento da Carta de Domínios Hidrogeológicos do Brasil, 1:2.500.000. Dessa forma, entendemos que o Serviço Geológico, não só se consolida, preenchendo espaços institucionais, como presta inestimável contribuição ao planejamento das políticas públicas territoriais, em bases sustentáveis.

Entendendo-se que o público alvo a que se destina o produto é muito variado, buscou-se revesti-lo com linguagem de compreensão universal, sem descuidar da precisão conceitual, sendo este um desafio de comunicação, inevitável para a consolidação do caráter multiuso que se pretende associar ao produto lançado.

Pela primeira vez, estamos apresentando à sociedade brasileira uma síntese dos grandes geossistemas formadores do território nacional, suas limitações e potencialidades, considerando-se a constituição litológica da supra e da infra-estrutura geológica. Foram abordadas também, as características geotécnicas, as coberturas de solos, a migração, acumulação e disponibilidade de recursos hídricos, as vulnerabilidades e capacidades de suportes à implantação das diversas atividades antrópicas dependentes dos fatores geológicos e finalmente, a disponibilidade de

recursos minerais essenciais para o desenvolvimento econômico e social, tratados como *Áreas de Relevante Interesse Mineral*.

O conteúdo geológico do mapa foi reorganizado a partir do Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, e está sendo lançado nos formatos impresso e digital (SIG), atendendo à premissa de inserção do Projeto dentro do sistema de banco de dados georreferenciados corporativo da empresa (GEOBANK).

Simultaneamente, à meta do mapa 1:2.500.000, iniciou-se a cartografia geológico-ambiental em escala 1:1.000.000, também tendo por base o SIG da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (46 folhas), agregando-se agora novas informações referentes aos diversos compartimentos de relevo, além do aprofundamento nas informações geológicas. Essa abordagem vai resultar numa nova base de dados georreferenciada prevista para ser disponibilizada ao público a partir do final de 2006.

Como não poderia faltar num trabalho dessa natureza, abordou-se a questão dos impactos ambientais e quais as porções do território mais sensíveis em relação à indústria mineral. Embora ainda de forma preliminar, foram considerados possíveis impactos sociais, decorrentes da mineração organizada e do extrativismo mineral, bem como sua importância econômica, em termos de PIB, empregos e base para diversas cadeias produtivas.

De uma maneira geral, o trabalho mostra as relações intrínsecas entre populações e recursos minerais (regiões sul e sudeste, por exemplo) e fornece elementos objetivos para o planejamento do desenvolvimento sustentável da Amazônia, permitindo-se compatibilizar os projetos regionais com as disponibilidades minerais e hídricas da região.

Por outro turno, as indicações quanto às características geotécnicas regionais dos terrenos darão subsídios fundamentais para as análises estratégicas e de custos das grandes obras de infra-estrutura necessárias ao desenvolvimento do país, com barragens e estradas, por exemplo.

Beneficiar-se-ão, também, os gestores ambientais, na medida em que o enfoque dado à concepção de unidades geológico-ambientais, permite que se antecipem tecnologias e processos coerentes com as vulnerabilidades dos solos e do substrato rochoso, prevenindo-se sua degradação e a contaminação dos lençóis hídricos, em decorrência da implementação de atividades agrícolas, industriais e outras.

Os insumos técnicos da presente obra consistiram das informações acumuladas através décadas, reprocessadas e analisadas por equipe multitemática da CPRM. Foram fundamentais os módulos de Litoestratigrafia e Recursos Minerais do GEOBANK, disponibilizados através do SIG da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, além de informes extraídos das bases de dados do SIME do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e do Ministério do Meio Ambiente. Da mesma forma, destaca-se a integração e cooperação entre os profissionais da CPRM, do DNPM, da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, e de outros ministérios.

Temos certeza de que a presente edição representa novo marco institucional da empresa, na direção de uma entidade comprometida com a geologia a serviço da sociedade, em suas dimensões econômica, social e ambiental.

Brasília, setembro de 2006

Agamenon Dantas

Diretor-Presidente

PLANETA TERRA

A Terra é um sistema vivo que abriga milhões de organismos, incluindo os humanos, e apresenta delicado equilíbrio para manter a vida. A **Geologia** é a ciência que estuda a Terra: sua origem, evolução, funcionamento e como podemos contribuir para preservar os *habitats* que sustentam a vida. A **Geodiversidade** é a natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, solos, águas, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, científico, o educativo e o turístico.

A origem do Universo assim como do Planeta Terra remonta a bilhões de anos. Atualmente, segundo Press et al (2006), a explicação científica mais aceita é a teoria da Grande Explosão (*Big Bang*), a qual considera que nosso Universo começou entre 13 e 14 bilhões de anos atrás, a partir de uma "explosão" cósmica. Os astrônomos entendem que, a partir deste evento, o Universo expandiu-se e dividiu-se para formar as galáxias e as estrelas. Os geólogos ainda analisam os últimos 4,5 bilhões de anos dessa vasta expansão, um tempo durante o qual nosso sistema solar – estrela que nós chamamos de Sol e os planetas que em torno dela orbitam - formou-se e evoluiu. Os geólogos estudam a origem do sistema solar para entender a formação da Terra.

Embora a Terra tenha se esfriado após um período incandescente, ela continua um planeta inquieto, mudando continuamente por meio de atividades geológicas, tais como terremotos, vulcões e glaciações. Essas atividades são governadas por dois mecanismos térmicos: um interno e outro externo. Mecanismos de tal tipo – como, por exemplo, o motor a gasolina de um automóvel – transformam calor em movimento mecânico ou trabalho. O mecanismo interno da Terra é governado pela energia térmica aprisionada durante a origem cataclísmica do planeta, e gerada pela radioatividade em seus níveis mais profundos. O calor interior controla os movimentos no manto e no núcleo, suprindo energia para fundir rochas, mover continentes e soerguer montanhas. O mecanismo externo da Terra é controlado pela energia solar – calor da superfície terrestre proveniente do Sol. O calor do Sol energiza a atmosfera e os oceanos e é responsável pelo nosso clima e condições meteorológicas do tempo. Chuva, vento e gelo erodem montanhas e modelam a paisagem e, por sua vez, a forma da superfície da Terra é capaz de provocar mudanças climáticas.

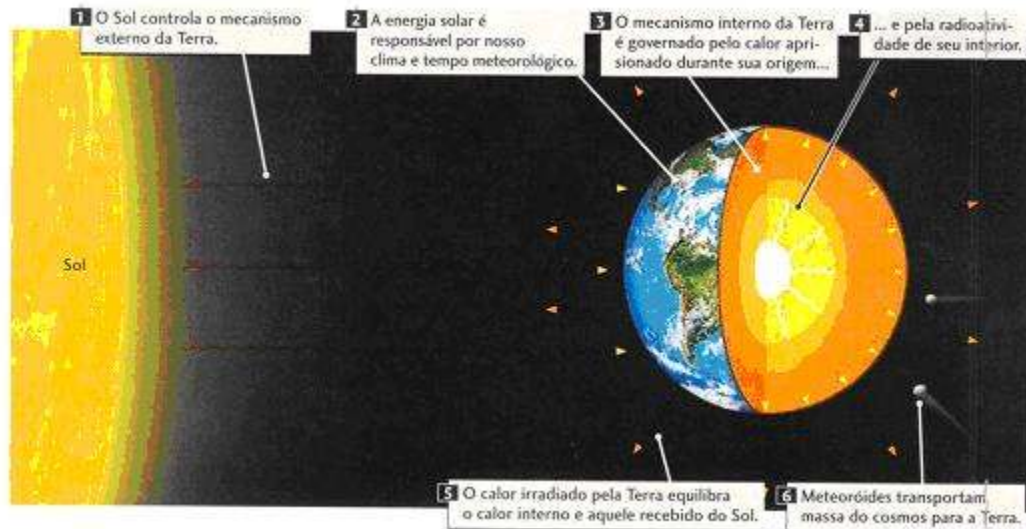
Todas as partes do nosso planeta e suas interações, tomadas juntas, constituem o **Sistema Terra**. Embora os cientistas que estudam a Terra (ou geocientistas) pensassem, já há algum tempo, em termos de sistemas naturais, foi apenas nas últimas décadas do século XX que eles passaram a dispor de equipamentos adequados para investigar como o Sistema Terra realmente funciona. Dentre os principais avanços, estão as redes de instrumentos e satélites orbitais de coleta de informações numa escala global e o uso de computadores com capacidade suficiente para calcular a massa e a energia transferidas dentro do Sistema Terra.

Os principais componentes do Sistema Terra são os internos: Litosfera, Astenosfera, Manto inferior, Núcleo externo e Núcleo interno – o calor interno da Terra energiza estes componentes – e os externos: Atmosfera, Hidrosfera e Biosfera – a energia solar energiza estes componentes.

Embora pensemos a Terra como sendo um único sistema, é um desafio estudá-la por inteiro, de uma só vez. Ao invés disso, se focarmos nossa atenção em partes do sistema, estaremos avançando no seu entendimento. Por exemplo, nas discussões sobre mudanças climáticas recentes, consideraremos primeiramente as interações entre atmosfera, hidrosfera e biosfera, as quais são controladas pela energia solar. Nossa abordagem sobre a formação dos continentes enfocará as interações entre a crosta e as porções mais profundas do manto, que são controladas pela energia interna da Terra.

Os subsistemas específicos que encerram elementos característicos da dinâmica terrestre são chamados de **geossistemas** (Press op.cit). O Sistema Terra pode ser pensado como uma coleção desses geossistemas abertos e interativos (que freqüentemente se sobrepõem). Os geossistemas que operam em escala global são o clima, placas tectônicas e o geodínamo, o qual é responsável pelo campo magnético terrestre (Figura 1).

A TERRA É UM SISTEMA ABERTO QUE TROCA ENERGIA E MASSA COM O SEU ENTORNO



O SISTEMA TERRA É CONSTITUÍDO POR TODAS AS PARTES DE NOSSO PLANETA E SUAS INTERAÇÕES

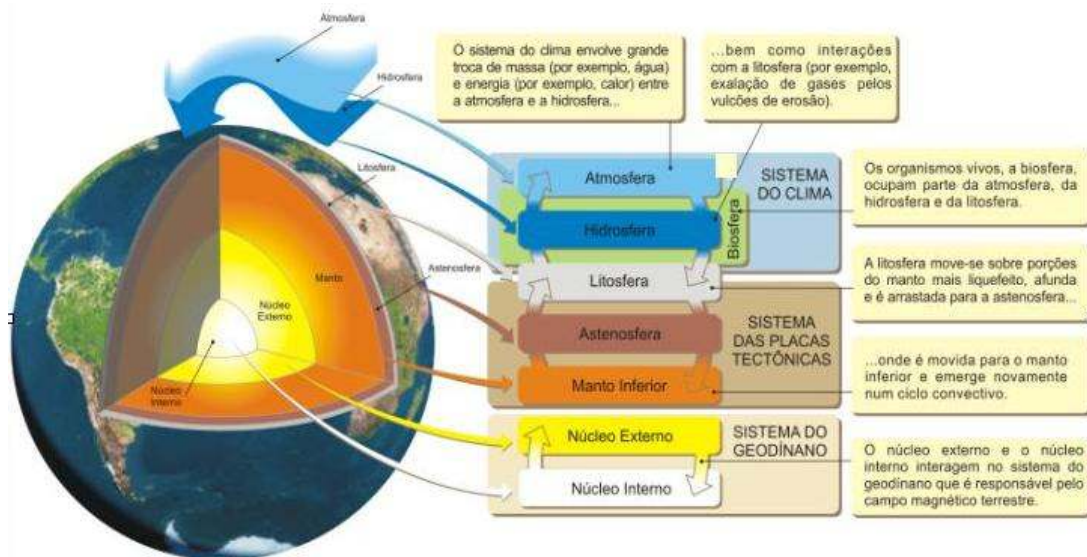


Figura 1- Geossistemas que operam em escala global. Fonte: Modificado de Press et al (2006).

Sistema das Placas Tectônicas

A Terra é quimicamente zoneada: sua crosta, manto e núcleo são camadas quimicamente distintas que se segregaram desde a origem do planeta. A Terra é também zoneada pela reologia, ou seja, pelos diferentes comportamentos dos materiais ao resistir à deformação. Por sua vez, a deformação dos materiais depende de sua composição química (tijolos são frágeis; barras de sabão, dúcteis) e da temperatura (cera fria é frágil; cera quente, dúctil). De certa forma, a parte externa da Terra sólida comporta-se como uma bola de cera quente. O resfriamento da superfície torna frágil a casca mais externa ou **litosfera** (do grego *lithos*, "pedra"), a qual envolve uma quente e dúctil **astenosfera** (do grego *asthene*, "fraqueza"). A litosfera inclui a crosta terrestre e o topo do manto até uma profundidade média de cerca de 100km. Quando submetida a uma força, a litosfera tende a se comportar como uma casca rígida e frágil, enquanto a astenosfera sotoposta flui como um sólido moldável ou dúctil.

De acordo com a notável teoria da **tectônica de placas**, a litosfera não é uma casca contínua; ela é quebrada em cerca de 12 grandes "placas" que se movem sobre a superfície terrestre com taxas de alguns centímetros por ano. O movimento das placas é a manifestação superficial da convecção do manto, e nos referimos a todo esse conjunto como o **sistema das placas tectônicas**. Controlado pelo calor interno da Terra, o material quente do manto sobe onde as placas se separam, e então começa a endurecer a litosfera. À medida que se move para longe desse limite divergente, a litosfera esfria e torna-se mais rígida. Porém, ela pode eventualmente afundar na astenosfera e arrastar material de volta para o manto, nos bordos onde as placas convergem, num processo contínuo de criação e destruição.

Meio Ambiente

Segundo Press op. cit., o *habitat* humano é uma delgada interface entre a Terra e o céu, onde grandes forças interagem para moldar a face do nosso planeta. As forças tectônicas dentro da litosfera, controladas pelo calor interno das profundezas, geram terremotos, erupções vulcânicas e soerguimento de montanhas. As forças meteorológicas dentro da atmosfera e da hidrosfera, controladas pelo calor do sol,

produzem tempestades, inundações, geleiras e outros agentes de erosão. As interações entre os geossistemas globais da tectônica de placas e do clima mantêm um equilibrado ambiente na superfície terrestre e, segundo o qual, a sociedade humana pode prosperar e crescer.

Na verdade, nossos números e atividades estão se multiplicando em taxas fenomenais. De 1930 a 2000, a população mundial cresceu 300%, de 2 para 6 bilhões de habitantes. Nos próximos 30 anos, estima-se que esse total exceda a 8 bilhões. Entretanto, a energia total utilizada aumentou em 1.000% durante os últimos 70 anos e está, agora, subindo duas vezes mais rápido que a taxa de crescimento da população.

Ao longo de toda sua história, o homem tem modificado o meio ambiente através do desmatamento, da agricultura, bem como por outros tipos de uso do solo. Entretanto, os efeitos dessas transformações nos tempos antigos eram, comumente, restritos ao *habitat* local ou regional. A sociedade atual afeta o meio ambiente numa escala inteiramente nova: nossas atividades podem ter conseqüências globais. A magnitude das atuais atividades humanas em relação aos sistemas das placas tectônicas e do clima, que governam a superfície terrestre, pode ser ilustrada por alguns simples dados estatísticos, Press (2006):

- Os reservatórios construídos pelo homem retêm cerca de 30% dos sedimentos transportados pelos rios.
- Na maioria dos países desenvolvidos, obras de engenharia civil removem maior volume de solos e rocha a cada ano, do que todos os processos naturais de erosão combinados.
- Nos 50 anos após a invenção da refrigeração com gás *freon*, cloro-flúor-carbonos fabricados pelo homem vazaram de refrigeradores e condicionadores de ar para a estratosfera em quantidade suficiente para danificar a camada de ozônio que protege a superfície terrestre.
- Desde o começo da Revolução Industrial, no início do século XIX, o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis aumentaram a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera em mais de 30%. O dióxido de carbono atmosférico está aumentando numa taxa sem precedentes de 4% por década e, provavelmente, causará expressivo aquecimento global em futuro próximo, provavelmente quando nossos filhos estiverem em idade adulta.

Essas questões são relevantes, e nós geocientistas podemos contribuir significativamente com informações do meio físico para que políticos, planejadores e gestores do território tomem decisões acertadas quanto ao uso adequado dos espaços geográficos.

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DO TERRITÓRIO NACIONAL

O Brasil apresenta, em seu território, um dos mais completos registros da evolução geológica do planeta Terra, com expressivos testemunhos geológicos das primeiras rochas preservadas, do Arqueano Inferior, datando de mais de 3.0 bilhões de anos e, de forma quase ininterrupta, até os dias atuais.

Sinteticamente, pode-se descrever os compartimentos geológicos que compõem o território brasileiro dizendo que a partir dos paleocontinentes arqueanos (núcleos granito-*greenstones*), ao longo do Paleoproterozóico (2.300 – 1.800 m.a.) ocorreram diversas colagens nas margens ativas, isto é, margens de um continente onde o oceano é consumido (Figura 2) e os blocos continentais vão se acrescendo ao continente. Enquanto isso, no interior das placas, a culminância do processo de acreção teve como resultado o megacontinente Atlântica, sobre o qual depositaram-se extensas coberturas sedimentares (Figura 3), tendo como exemplos: o Grupo Roraima e o Espinhaço, além de coberturas vulcano-sedimentares do tipo continental. Ao final desse período (1.800 – 1.600 m.a.) houve a fragmentação desse grande bloco crustal e, ao longo do Mesoproterozóico (1.600 – 1.000 m.a.) uma outra sucessão de colisões levou à constituição de uma nova grande massa continental, denominada Rodínia (Figura 4).

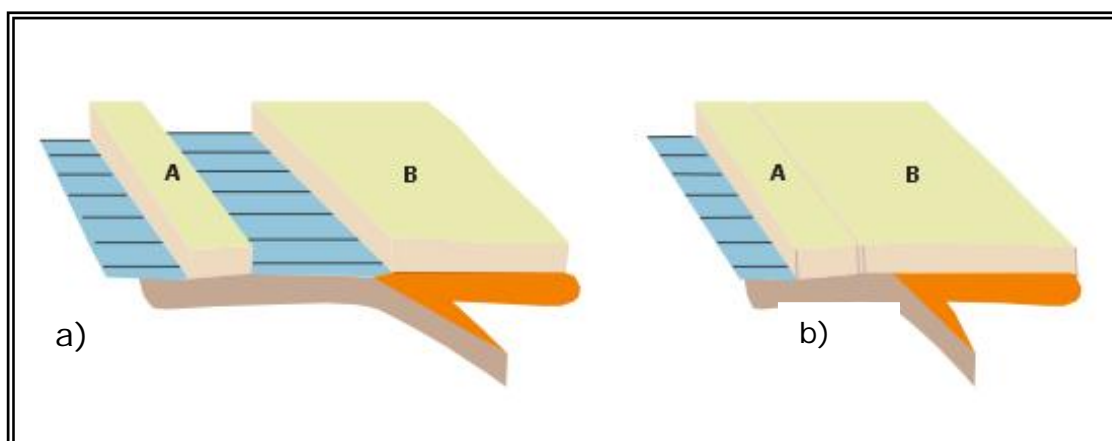


Figura 2 – a) Oceano sendo consumido entre dois blocos continentais A e B
b) Colagem do bloco A e Bloco B, após o consumo do oceano

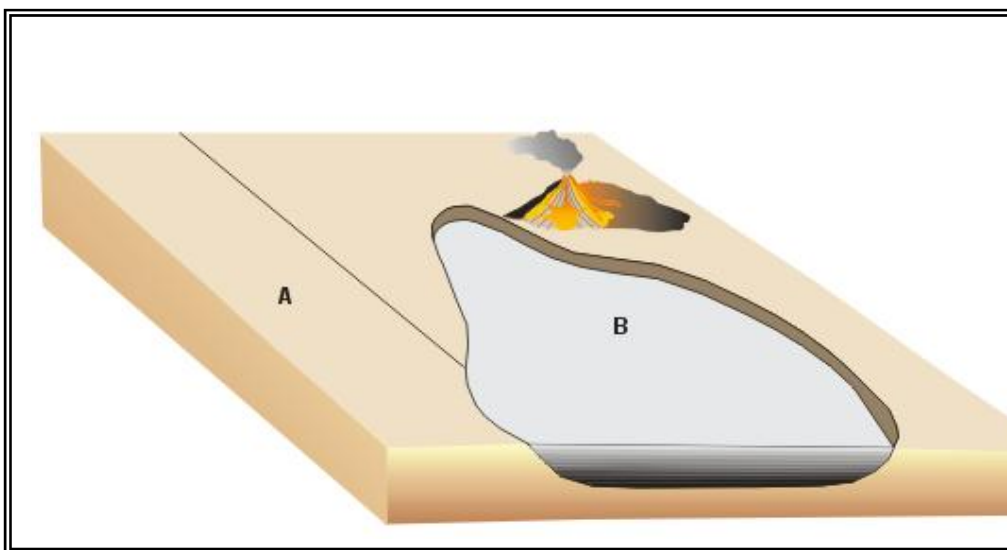


Figura 3 – Desenho esquemático mostrando a deposição de rochas sedimentares e erupção de rochas vulcânicas sobre a placa continental

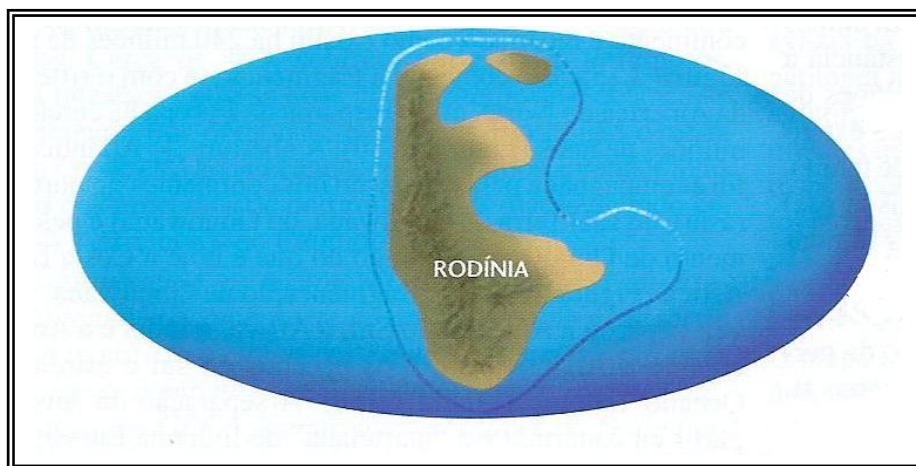


Figura 4 – Supercontinente Rodínia, formado a aproximadamente 1,1 bilhão de anos (Mesoproterozóico), começando a fragmentar-se há, aproximadamente, 750 m.a. *Fonte: Modificado de Press et al 2006.*

Novamente, entre 900 e 700 milhões de ano, uma nova fragmentação de Rodínia, levou à separação de três grandes blocos: Gondwana Leste, Laurentia e Gondwana Oeste (englobando o território brasileiro).

Durante o Neoproterozóico (1.000 a 545 m.a.), a movimentação e junção dos blocos Gondwana leste e oeste, entre 750 – 490 m.a., veio a constituir o megacontinente Gondwana.

Avançando para o Paleozóico, novas massas continentais vieram a se somar a Gondwana e, ao final desse período, formou-se o supercontinente Pangéia (Figura 5). No interior dos continentes os processos extensionais atuaram no sentido de dar origem a regiões rebaixadas, permitindo o desenvolvimento de extensas bacias deposicionais (sinéclises), a exemplo das bacias do Parnaíba, Amazonas e Paraná.

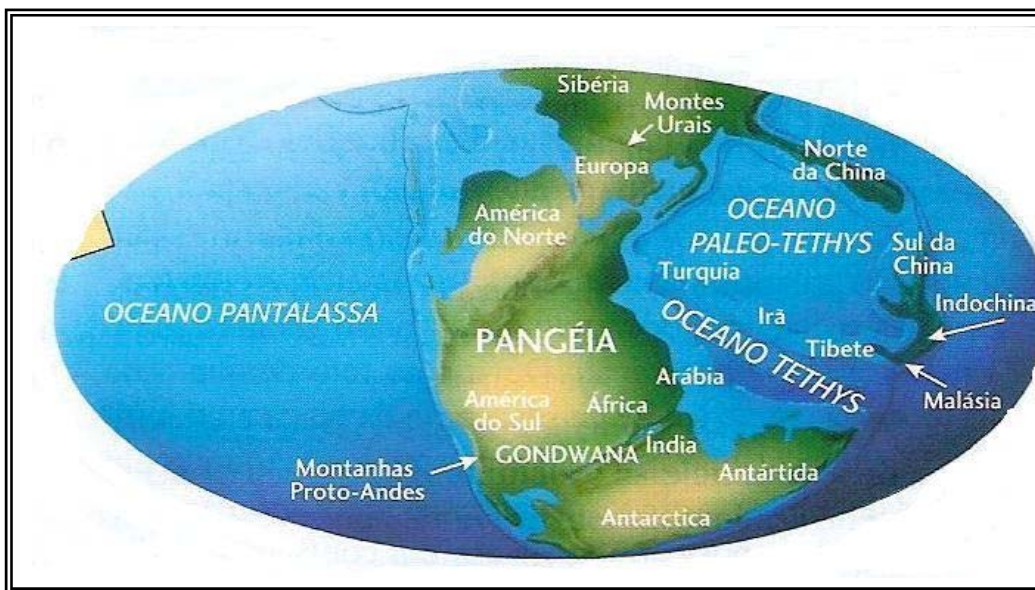


Figura 5 – Desenho esquemático do super continente Pangéia, já agregado há cerca de 237 m.a., no Triássico Inferior, circundado por um super oceano chamado Pantalassa (do grego “todos os mares”). Fonte: Modificado de Press et al 2006.

A mesma geodinâmica que formou o Pangéia veio a fragmentá-lo, processo que consumiu aproximadamente 100 milhões de anos, no Jurássico e Cretáceo. De especial interesse nesse processo foi a separação de Brasil e África, com a abertura do Oceano Atlântico, dando origem a inúmeras bacias sedimentares costeiras, portadoras de petróleo, sais e outros recursos minerais.

Um importante avanço na compreensão da evolução dos continentes nos é dado pela teoria dos assim chamados Ciclos de Wilson, segundo a qual os continentes passam por ciclos de colisão e afastamento uns dos outros, obedecendo

a uma periodicidade de aproximadamente 500 milhões de anos. Dessa forma, através dos bilhões de anos de evolução experimentados pelos continentes, existem registros de choques e afastamento de diversas placas continentais pretéritas, que aos poucos foram se soldando até constituírem o que hoje conhecemos como América do Sul e os demais continentes (Figura 6).

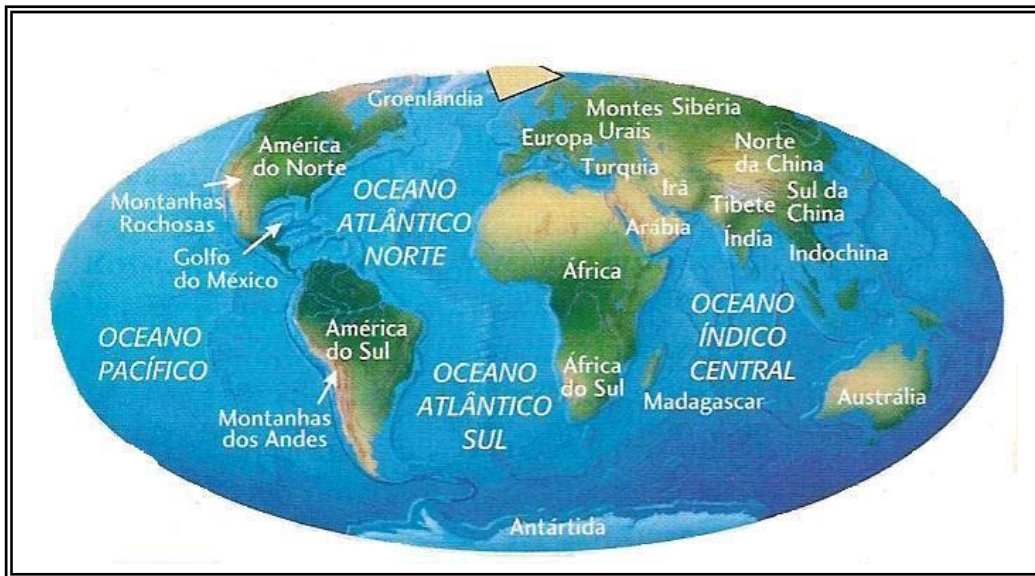


Figura 6 – Configuração atual dos continentes há pelo menos 65 m.a. Fonte: Modificado de Press et al 2006.

Somente é possível entender o arcabouço geológico se tivermos em mente a teoria da migração das placas tectônicas, segundo a qual os continentes se movem sobre as camadas mais internas da Terra devido a movimentos convectivos sob grandes temperaturas (Figura 7).

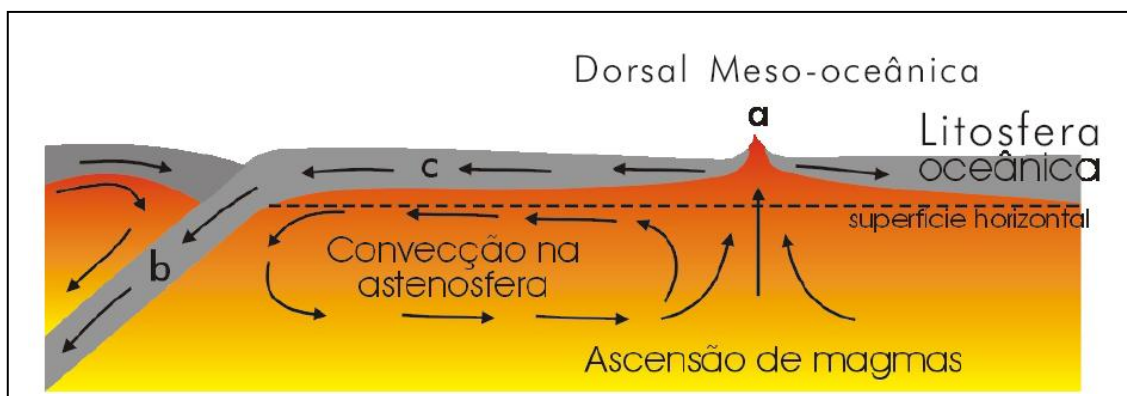


Figura 7 – Movimentação das placas tectônicas. Fonte: Modificado Teixeira et al 2000.

No que concerne à formação do território brasileiro, são destacadas três condições geológicas fundamentais: margens ativas, margens passivas e ambiente intra-placa (Figura 8). Elas nos permitem compreender a intrincada relação geométrico-espacial das unidades geológicas que compõem o arcabouço geológico do território brasileiro que, por conseguinte, forneceu o embasamento teórico factual para a formulação dos critérios para a subdivisão das unidades geológico-ambientais, como veremos a seguir.

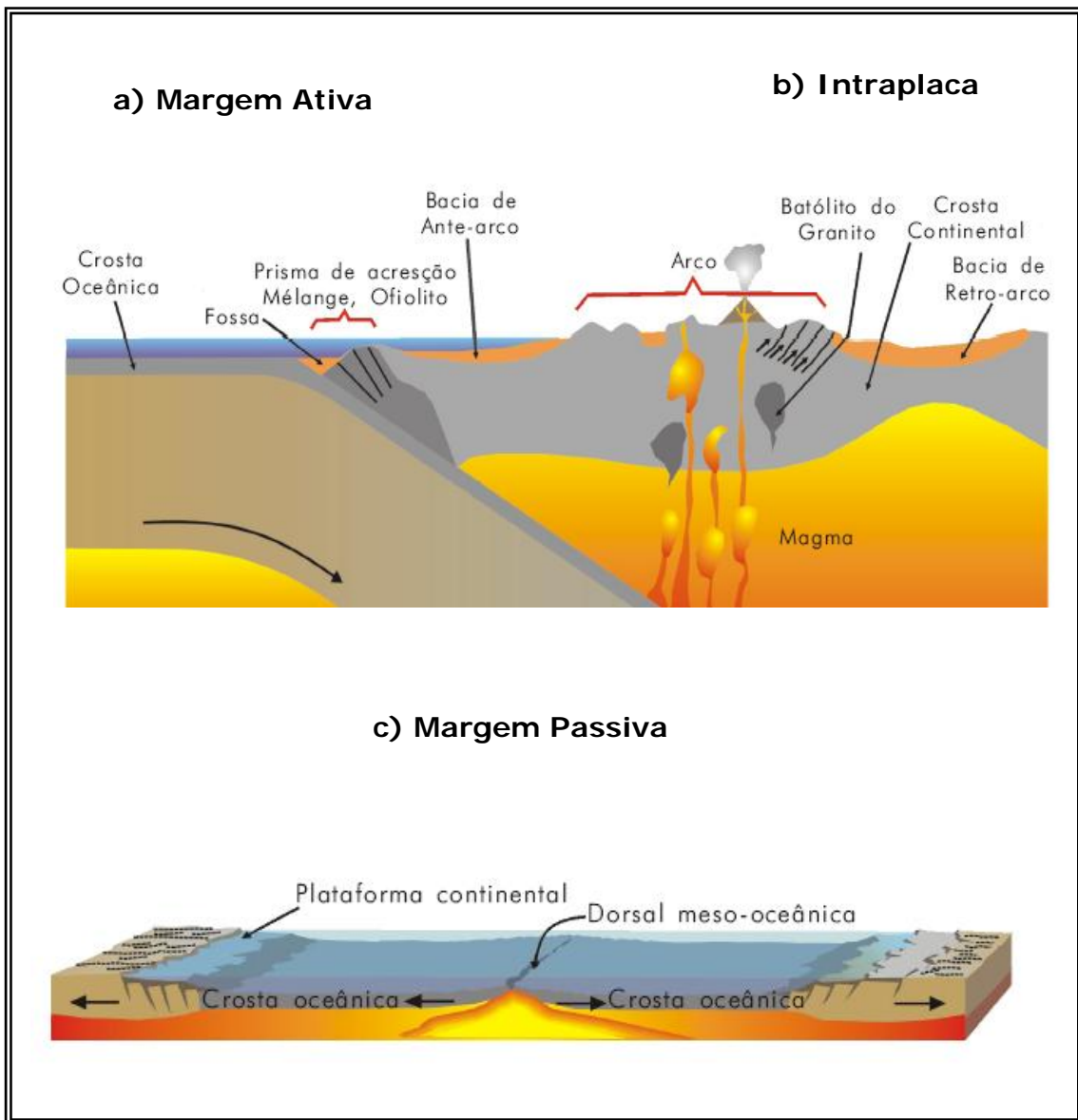


Figura 8 – Itens **a** e **b** apresentam um perfil de um limite de placa convergente mostrando as principais feições geológicas formadas e as associações de rochas relacionadas. Item **c**: fragmentação de uma massa continental e desenvolvimento de margens continentais passivas. *Fonte: Modificado Teixeira et al 2000.*

No que diz respeito aos ambientes em que as rochas se formam, pode-se distinguir duas situações extremas: a) na zona de colisão ou zona orogênica, que cedo ou tarde vai constituir uma cadeia de montanhas e, b) na parte interna das placas, protegida do intenso metamorfismo que ocorre nas faixas de colisão. Naturalmente, entre as duas situações existem situações intermediárias margeando os cinturões metamórficos.

No auge da evolução dos cinturões orogênicos vão se formar, preferencialmente, as chamadas rochas cristalinas, plutônicas e metamórficas, enquanto nas porções intra-placa se depositarão as coberturas sedimentares, associadas a vulcanismo de grandes dimensões. Cabe ainda salientar que, no lado oposto da zona colisional, entre duas placas, forma-se normalmente uma margem passiva, onde predomina a tectônica distensional, dando origem a atual plataforma marinha brasileira, por exemplo.

Nos tempos atuais, América do Sul e África estão se afastando a alguns centímetros por ano. Esse afastamento contínuo, iniciado há cerca de 200 milhões de anos, deu origem ao Oceano Atlântico. No outro lado do Continente Sul-americano, contudo, a partir do final do Cretáceo tem-se o choque da Placa de Nazca (basáltica) que afunda sobre a América do Sul, dando origem a duas grandes feições geológicas – a Cadeia Andina que se eleva a quase 6.000m de altura, e um intenso magmatismo plutônico e vulcânico, decorrente da fusão de camadas internas da crosta devido ao grande calor gerado ao longo da zona de subducção da Placa de Nazca (Figura 9).

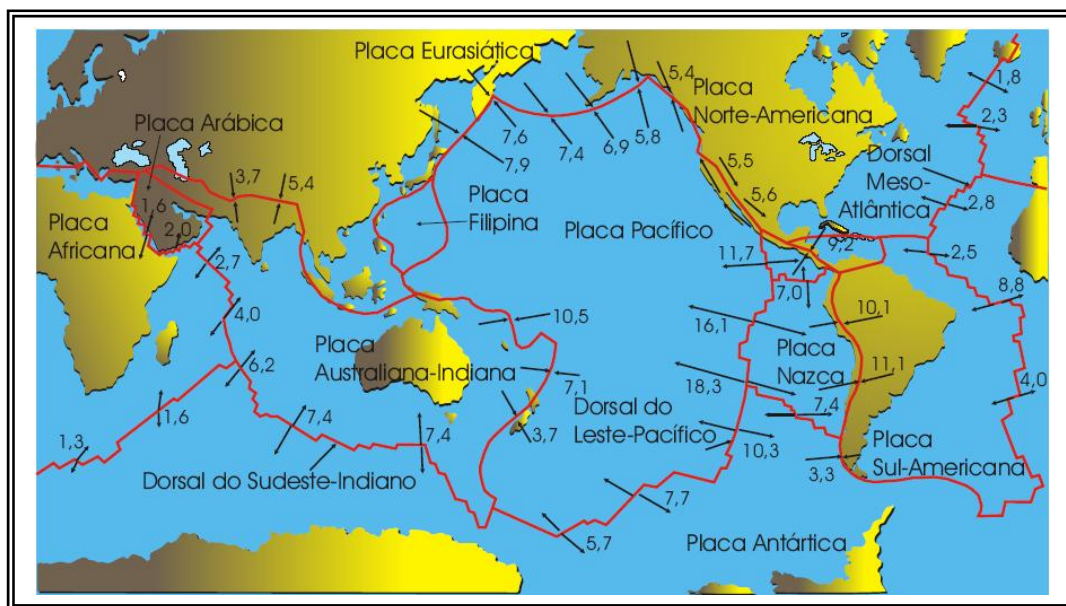


Figura 9 - Distribuição geográfica das placas tectônicas da Terra. Os números representam as velocidades em cm/ano entre as placas, e as setas, os sentidos do movimento. Fonte: Modificado Teixeira et al 2000.

A importância da orogênese andina para a evolução geológica do território brasileiro é espetacular, constituindo-se na base da origem das bacias terciárias da porção ocidental do país, pelas flutuações climáticas, e por fim, por toda a evolução dos **geossistemas**.

RECURSOS MINERAIS: ANÁLISE AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Nesta análise, com base no encarte, "Áreas de Relevante Interesse Mineral, Áreas Protegidas e Áreas Especiais" , contido no MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL, buscou-se apresentar, de forma sintética, um conjunto de informações capazes de traduzir a dimensão ecológico-econômica e social das atividades mineiras, bem como o potencial geológico do país.

Destarte, foram analisados os capitais econômico e humano envolvidos nas atividades setoriais, ao que se comparam os impactos ambientais, para finalmente, sumariar-se uma visão estratégica, que inclui as relações custo/benefício, e a essencialidade dos recursos minerais para o desenvolvimento e a segurança nacional. Ressalta-se, por exemplo, que as atividades minerárias de uma série de insumos, sobretudo os materiais de construção, são tanto mais abundantes quanto mais populosas forem as regiões do país. Destaca-se, também, a má distribuição de alguns recursos essenciais para o desenvolvimento econômico, como é o caso dos calcários para corretivos de solos, raros ou até mesmo inexistentes em algumas unidades da Federação, como é o caso do estado de Roraima.

No que diz respeito aos impactos ambientais decorrentes da mineração, deve-se pinçar algumas constatações provenientes da experiência adquirida ao longo de décadas. A primeira é que a mineração organizada causa menos impactos nocivos, e é muito mais facilmente controlada pelo poder público. Por outro lado, o extrativismo mineral feito de maneira informal, sem planejamento e controle, se constitui em fonte de grandes passivos ambientais. Seu controle é muito problemático, sobretudo porque envolve parcelas da população que, privadas dessa fonte de sustento, vêm-se marginalizadas e excluídas de qualquer fonte de renda.

Uma outra questão candente diz respeito à mineração em áreas urbanas, que sendo feita, de modo geral, sem um adequado planejamento e inserção nos Planos Diretores, vem gerando imensos conflitos de uso da terra, além de múltiplos impactos ambientais. Tratando-se de uma atividade que comumente causa impactos nas áreas de preservação permanente, é imperioso que se promova o aperfeiçoamento dos métodos de lavra e a reutilização dos espaços minerados.

A análise estratégica também aponta no sentido de que o país poderia melhor aproveitar (seu potencial) em pedras ornamentais e água mineral, propiciando expressivos recursos (divisas) decorrentes da exportação dessas *commodities*.

Um outro aspecto relaciona-se à necessidade de planejamento territorial integrado, por exemplo, com respeito à infra-estrutura, evitando-se custos desnecessários para viabilizar depósitos minerais que às vezes são marginalizados e vêm a se tornar antieconômicos, o que é sobremaneira grave, principalmente em regiões economicamente deprimidas, carentes de bases para arranjos produtivos.

Com respeito aos recursos minerais existentes na Amazônia, além dos já conhecidos “mamutes geológicos” e o potencial para que se encontrem outros, pode-se prognosticar o grau de importância dos calcários dolomíticos e o sal-gema que, não somente são raros, como mal distribuídos, requerendo-se um cuidadoso planejamento de forma a evitar o engessamento de áreas de relevante interesse para esses minerais, tornando indisponíveis matérias-primas cruciais para a sustentabilidade social e econômica e, por conseqüência, ecológica, de toda a região. Dentro dessa visão, os recursos minerais devem ser considerados como parte da infra-estrutura territorial, salientando-se, ainda mais, a sua rigidez locacional, diferentemente de estradas, redes de energia e outros componentes do desenvolvimento econômico e social. Aliás, é justamente na Amazônia que despontam os principais conflitos de uso e ocupação, haja visto a dualidade extremada entre conservação e exploração dos recursos naturais. Um dos principais óbices à tomada de decisões, no momento, é a falta de conhecimento científico sobre o território, sobre a sua composição e funcionamento dos geossistemas, de sorte que se possam embasar decisões seguras, passíveis de serem consensuadas.

Finalmente, com respeito à exploração de petróleo e gás salienta-se a importância desses recursos para a economia e a segurança nacional, como pelo papel que desempenham de impulsão para uma série de indústrias, com destaque para a indústria naval, além da petroquímica, naturalmente. Conquanto não se tenham coletado dados completos, o tamanho da produção bruta de petróleo e a capacidade de refino e transporte dão uma dimensão do gigantismo do setor, e sua importância para a vida nacional.

DIVISÃO DOS GEOSISTEMAS EM DOMÍNIOS E UNIDADES AMBIENTAIS

Os critérios utilizados para classificar os geossistemas do território nacional em domínios geológico-ambientais e suas subdivisões buscaram agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação. O produto obtido, não é um mapa geológico ou tectônico. Trata-se do MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL no qual foram inseridas informações de cunho ambiental, muito embora a matéria-prima para as análises e agrupamentos tenha sido proveniente das informações contidas nas bases de dados de Litoestratigrafia e Recursos Minerais do GEOBANK do SGB/CPRM, bem como na larga experiência em mapeamento e em projetos de ordenamento e gestão do território dos profissionais do Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

No MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL – Escala 1:2.500.000 foram agrupadas unidades estratigráficas com idades diferentes, desde que a elas se aplicasse um conjunto de critérios classificatórios como: posicionamento tectônico, nível crustal, classe da rocha (se ígnea, sedimentar ou metamórfica), grau de coesão, textura, composição, tipos e graus de deformação, expressividade do corpo rochoso, tipos de metamorfismo, expressão geomorfológica e ou litotipos especiais. Se por um lado agrupou-se, por exemplo, quartzitos friáveis e arenitos friáveis, por outro foram separados pacotes sedimentares muito semelhantes em sua composição, estrutura e textura, quando a geometria do corpo rochoso apontava no sentido da importância em distinguir, por exemplo, uma situação de extensa cobertura, de uma situação de pacote restrito, limitado em *riftes*.

O principal objetivo desta compartimentação foi atender a uma ampla gama de usos e usuários interessados em conhecer as implicações ambientais decorrentes do embasamento geológico. Para a elaboração do mapa, na escala 1:2.500.000, analisaram-se somente as implicações ambientais provenientes das características físico-químicas, geométricas e genéticas dos corpos rochosos. Para a apresentação final do MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL, na escala 1:1.000.000, serão acrescentadas informações provenientes da análise da drenagem e das formas de relevo, reservando-se para as escalas de maior detalhe, o cruzamento com informações do clima, solo e vegetação.

No MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL – Escala 1:2.500.000 foram descritos 23 Domínios Geológico-Ambientais, subdivididos em 108 Unidades Geológico-

Ambientais. Trata-se de um produto no qual os aspectos ambientais traduzem, exclusivamente, a influência das variações da geologia nas adequabilidades e limitações dos terrenos frente à execução de obras civis, atividades agrícolas, ao comportamento em relação à fontes poluidoras, aos potenciais de recursos hídricos subterrâneos, mineral e turístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. C. G.; SANTOS, C. C.; MEDEIROS, J. S. Avaliação de Mosaicos com Imagens Landsat Tm para utilização em documentos cartográficos em Escalas Menores que 1/50.000. São José dos Campos: INPE. No prelo.

BARROS, R.,S.; CRUZ., M. B. C.; REIS, B. R. et al. Avaliação do modelo digital de elevação do Srtm na ortorretificação de Imagens Spot 4 Estudo de Caso: Angra dos Reis – Rj.

BERGER A. GEOINDICATORS: What Are They And How Are They Being Used? In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 32., 2004, Florence. Abstracts... Florence, Italy: IUGS, 2004. p. 972.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M. et al. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. 674 p. il. 1 DVD anexo.

ROBERTO, Fernando Antônio da Costa et al. Distritos mineiros do Estado do Ceará. Fortaleza: DNPM, 2000. 54 p. il. Programa Nacional de Distritos Mineiros. DISTRITOS MINEIROS DO BRASIL, DNPM 2000.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro 2005. Brasília: DNPM, 2005.

CCRS - Canada Centre For Remote Sensing. Disponível em: <<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs>>. Acesso em: 5 jan. 2004.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Instruções e procedimentos de padronização no tratamento digital de dados para projetos de mapeamento da CPRM: manual de padronização. Rio de Janeiro, 2005. v. 2

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens fotográficas derivadas de MNT do Projeto SRTM para fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia. São José dos Campos: INPE, 2004.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens CBERS + Imagens SRTM + Mosaicos GeoCover LANDSAT. Ambiente SPRING e TerraView: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Gratuitos Aplicados ao Desenvolvimento Sustentável. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. Anais ... São José dos Campos: INPE, 2005. 1 CD-ROM.

CROSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: UNICAMP, 1992. 170 p.

DANTAS, M., SHINZATO E., MEDINA, A.I.M., PIMENTEL J., SILVA, C.R., LUMBRERAS J.F. CALDERANO S.B., CARVALHO JR. A. , Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. CPRM, Brasília.2001.

DINIZ, N.C.; DANTAS, A.; SCLiar, C. Contribuição à Política Pública de Mapeamento Geoambiental no Âmbito do Levantamento Geológico. In: OFICINA INTERNACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL E MINEIRO: subsídios ao mapeamento geoambiental, no contexto do LGB e do Patrimônio Geomineiro. Rio de Janeiro: CPRM, 2005.

Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) *Geomorfologia*: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Base cartográfica integrada digital do Brasil ao milionésimo*: versão 1.0 para ArcGis Desktop-ArcView. Rio de Janeiro: IBGE, 2003. 1 CD-ROM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2006.

LIMA, M. I. C. *Análise de Drenagem e seu Significado Geológico / Geomorfológico*. Belém: 2002. 1 CD-ROM.

PRESS, F, SIEVER R.,GROTZINGER, J. & JORDAN, T. H., 2006. Para Entender a Terra. Tradução Rualdo Menegat, 4 ed. – Porto Alegre: bookman, 656 p.: il.

PRESS,S.;SIEVER,R. In: Para entender a terra, 3ª Edição. Trechos; Figs.1.10 e 2.15. Artmed Editora. Porto Alegre. 2006.

RAMOS, M. A. B.; JESUS, J. D. A.; SANTOS, E. B. E. et al. Proposta para Determinação de Atributos do Meio Físico Relacionados as Unidades Geológicas, Aplicado a Análise Geoambiental. In: OFICINA INTERNACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL E MINEIRO: subsídios ao mapeamento geoambiental, no contexto do LGB e do Patrimônio Geomineiro. Rio de Janeiro: CPRM, 2005.

RODRIGUES, C.; COLTRINARI, L. Geoindicators Of Urbanization Effects in Humid Tropicalenvironment: São Paulo (Brazil) Metropolitan Area. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 32., 2004, Florence, Italy. *Abstracts* ... Florence: IUGS, 2004. 1 CD-ROM.

SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S. et al. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo*: Sistema de Informações Geográficas - SIG e 46 folhas na escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2004. 41 CD-ROM's.

SIGEP - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/>. Acesso em: 14 nov. 2005.

THEODOROVICZ, A; THEODOROVICZ, A. M. de G; CANTARINO, S. da C. *Projeto Curitiba: Informações Básicas sobre o Meio Físico*: Subsídios para o Planejamento Territorial, folha Curitiba 1:100.000. Curitiba: CPRM, 1994. 109 p. Programa de Informações para Gestão Territorial - GATE.

THEODOROVICZ, A. et al. *Projeto Médio Pardo*. São Paulo: CPRM, 2001

THEODOROVICZ, A. et al. *Estudos geoambientais e geoquímicos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo*. São Paulo: CPRM, 2002. 1 CD-ROM.

THEODOROVICZ, A. et al. *Projeto Paisagens Geoquímicas e Geoambientais do Vale do Ribeira*. São Paulo: CPRM/UNICAMP/FAPESP, 2005.

TRAININI, D.R.; ORLANDI FILHO,V. Mapa Geoambiental de Brasília e Entorno. In ZEE-RIDE. Brasília: CPRM, 2003. Convênio CPRM / EMBRAPA / CONSÓRCIO ZEE BRASIL / MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO.

TRAININI, D. R.; GIOVANNINI, C. A.; VIERO, A. C. Mapa de Domínios Geoambientais: Zonas Homólogas da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí. Porto Alegre: CPRM, 1998.

TRAININI D. R.; GIOVANNINI, C. A.; RAMGRAB, G. E.; VIERO, A. C. Carta Geoambiental da Região Hidrográfica do Guaíba. Mapas escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM, 2001. Convênio CPRM / FEPAM / PRÓ-GUAÍBA.