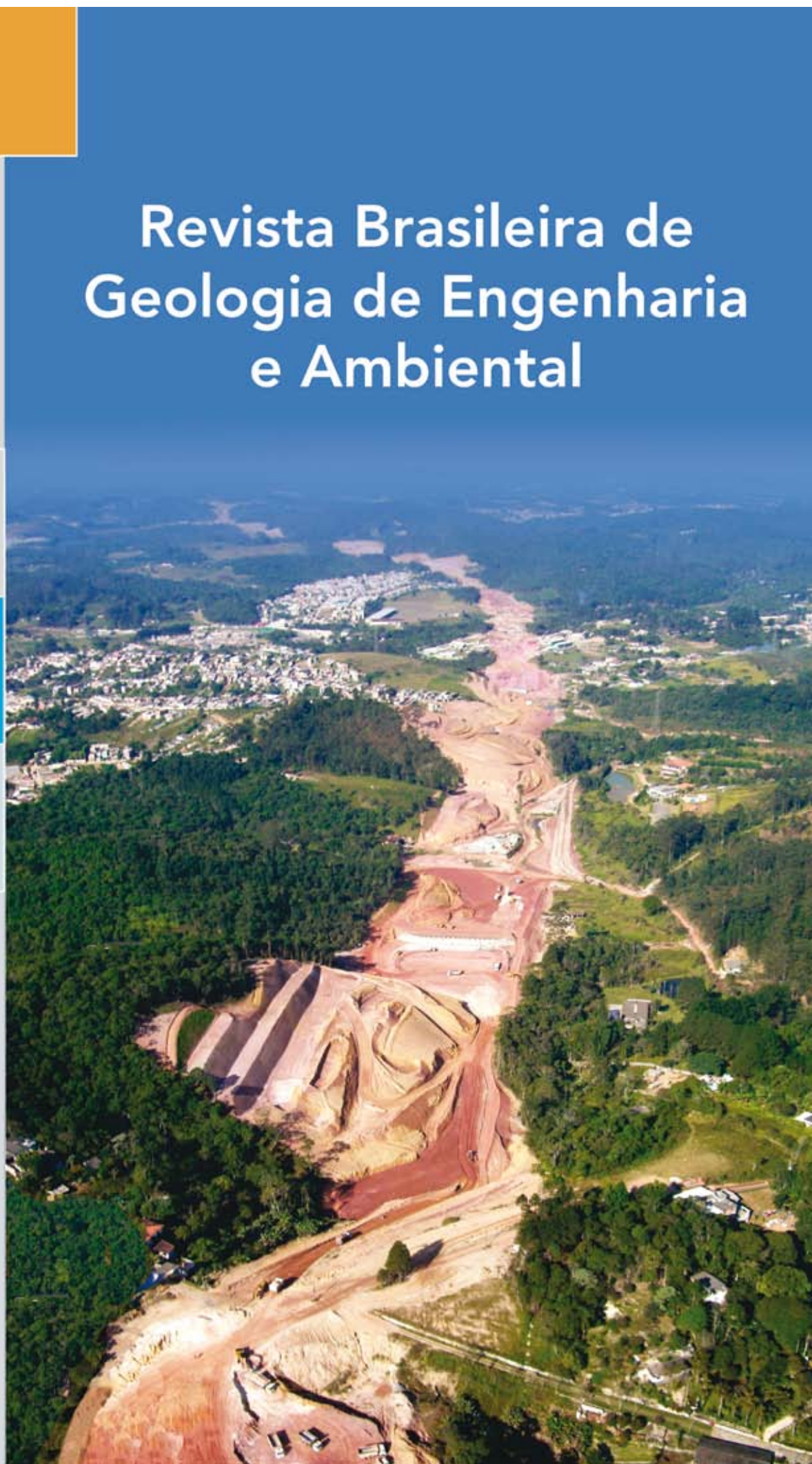




ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

# Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental



ISSN 2237-4590

Volume 1  
Número 1  
Novembro 2011

*Edição Especial*





ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

**RBGEA**  
**REVISTA BRASILEIRA DE**  
**GEOLOGIA DE ENGENHARIA**  
**E AMBIENTAL**



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

**REVISTA BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**

*Publicação Científica da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*

EDITOR

Lázaro Valentim Zuquette - USP

CO EDITOR

Fernando F. Kertzman - GEOTEC

REVISORES

Antonio Cendrero - Univ. da Cantabria (Espanha)

Alberto Pio Fiori - UFPR

Candido Bordeaux Rego Neto - IPUF

Clovis Gonzatti - CIENTEC

Eduardo Goulart Collares - UEMG

Emilio Velloso Barroso - UFRJ

Fabio Soares Magalhães - BVP

Fabio Taioli - USP

Frederico Garcia Sobreira - UFOP

Guido Guidicini - Geoenergia

Helena Polivanov - UFRJ

Jose Alcino Rodrigues de Carvalho - Univ. Nova de Lisboa (Portugal)

José Augusto de Lollo - UNESP

Luis de Almeida Prado Bacellar - UFOP

Luiz Nishiyama - UFU

Marcilene Dantas Ferreira - UFSCar

Marta Luzia de Souza - UEM

Newton Moreira de Souza - UnB

Oswaldo Augusto Filho - USP

Reinaldo Lorandi - UFSCar

Ricardo Vedovello - IG/SMA

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Rita Motta - Editora Tribo da Ilha

FOTO DA CAPA

Obras do Rodoanel trecho sul, nas proximidades da represa Billings.,  
tirada em 08 de julho de 2008 . Fabrício Araujo Mirandola - IPT

---

**Edição Especial**

**Circulação:** Novembro de 2011

**Tiragem:** 2.500

ISSN 2237-4590

---

São Paulo/SP

Novembro/2011



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

**Av. Prof. Almeida Prado, 532 - IPT (Prédio 11) 05508-901 - São Paulo - SP**  
Tel.: (11) 3767-4361 - Telefax: (11) 3719-0661 - E-mail: abge@ipt.br - Home Page: <http://www.abge.com.br>

DIRETORIA - GESTÃO 2009/2011

**Presidente:** Fernando Facciolla Kertzman  
**Vice-Presidente:** Gerson Salviano de Almeida Filho  
**Diretora Secretária:** Kátia Canil  
**Diretor Financeiro:** Luiz Fernando D'Agostino  
**Diretor de Eventos:** Elisabete Nascimento Rocha  
**Diretor de Comunicação:** Marcelo Fischer Gramani

CONSELHO DELIBERATIVO

Elaine Cristina de Castro, Elisabete Nascimento Rocha, Fabio Canzian da Silva, Fabrício Araújo Mirandola, Fernando Facciolla Kertzman, Fernando Ximenes T. Salomão, Gerson Almeida Salviano Filho, Ivan José Delatim, Kátia Canil, Leonardo Andrade de Souza, Luiz Antonio P. de Souza, Luiz Fernando D'Agostino, Marcelo Fischer Gramani, Newton Moreira de Souza, Selma Simões de Castro.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO

**Presidente:** Nelson Meirim Coutinho - **Vice-Presidente:** Antonio Queiroz  
**Diretor Secretário:** Eusébio José Gil - **Diretor Financeiro:** Cláudio P. Amaral  
**End.:** Av. Rio Branco, 124 / 16º andar - Centro - 20040-916 - Rio de Janeiro - RJ  
**Tel :** (21) 3878-7878 **Presidente - Tel.:** (21) 2587-7598 **Diretor Financeiro**

NÚCLEO MINAS GERAIS

**Presidente:** Maria Giovana Parizzi - **Secretário:** Frederico Garcia Sobreira  
**Tesoureiro:** Luís de Almeida P. Bacellar - **Diretor de Eventos:** Leonardo A. Souza  
**End.:** Univ. Fed. de Ouro Preto - Depto. Geologia - 35400-000 - Ouro Preto/MG  
**Fone:** (31) 3559.1600 r 237 **Fax:** (31) 3559.1606 -

REPRESENTANTES REGIONAIS	UF
ROBERTO FERES	AC
HELIENE FERREIRA DA SILVA	AL
JOSÉ DUARTE ALECRIM	AM
CARLOS HENRIQUE DE A.C. MEDEIROS	BA
FRANCISCO SAID GONÇALVES	CE
NORIS COSTA DINIZ	DF
JOÃO LUIZ ARMELIN	GO
MOACYR ADRIANO AUGUSTO JUNIOR	MA
ARNALDO YOSO SAKAMOTO	MS
KURT JOÃO ALBRECHT	MT
CLAUDIO FABIAN SZLAFSZTEIN	PA
MARTA LUZIA DE SOUZA	PR
LUIZ GILBERTO DALL'IGNA	RO
CEZAR AUGUSTO BURKERT BASTOS	RS
CANDIDO BORDEAUX REGO NETO	SC
JOCÉLIO CABRAL MENDONÇA	TO





A Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA) é uma proposta da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE) no sentido de suprir uma lacuna nacional para publicação de trabalhos científicos técnicos e de exemplos de aplicação da Geologia de Engenharia e Ambiental, que venham agregar conhecimentos aos profissionais, pesquisadores e comunidade em geral, tanto em nível nacional como internacional.

A frequência será de três números regulares por ano, e números especiais, no caso de seleção de trabalhos relacionados a um tema específico.

A RBGEA terá o primeiro número na forma impressa, e, logo que tiver uma sequência definida, será uma publicação eletrônica, impressa anualmente. Com este periódico espera-se que haja um avanço nas relações entre os profissionais que atuam na formação e pesquisa e aqueles que atuam nas outras esferas da profissão. Assim, será reforçada a relação que tornou a atividade de Geólogo de Engenharia e Ambiental relevante em diversos países, fazendo com que a profissão ocupe uma posição de destaque na sociedade, com questões relevantes relacionadas ao Planejamento Urbano e as Obras de Infraestrutura e tantos outros.

Espera-se que esta publicação atinja seus objetivos e venha subsidiar estudantes e profissionais da Geologia de Engenharia nas suas atividades, seja nas universidades, nos institutos, nas empresas de economia mista, públicas ou privadas.

A Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA) destina-se à divulgação

de investigações, estudos e soluções de problemas de engenharia e ambientais decorrentes da interação entre a Geologia e as atividades humanas - (incluindo aspectos relevantes da Geologia relacionados à Engenharia Civil, Mineração e Recursos Hídricos, assim como relacionados à previsão de eventos perigosos, às áreas contaminadas, aos processos geológicos, à prevenção e remediação de áreas degradadas) -, Planejamento Territorial e Ambiental, Banco de Dados e Casos Históricos; além destes estudos serão também contemplados os processos modernos, as novas técnicas de campo e laboratório e temas científicos de interesse amplo e caráter original, sempre relacionados com a Geologia de Engenharia e Ambiental e com as ciências da terra de uma forma geral, seja do Brasil seja de outros países, publicados na língua portuguesa e espanhola.

O primeiro número apresenta artigos históricos de três profissionais que dão nome aos Prêmios da ABGE para os destaques de nossa categoria: Ernesto Pichler, Lorenz Dobereiner e Fernando Luiz Prandini, bem como uma série inicial de artigos encomendados pelos Editores. A segunda edição continuará com autores convidados pelos Editores; e a terceira edição será um dos melhores trabalhos escolhidos no 13º CBGE. Na sequência, haverá publicações digitais reunindo os artigos submetidos por diversos autores.

Boa leitura à todos.

**Lazaro V. Zuquette e  
Fernando F. Kertzman**







- 9** BOÇOROCAS  
*Ernesto Pichler (In memorian)*
- 17** CARACTERIZAÇÃO GEOMECÂNICA DO MACIÇO ROCHOSO DE FUNDAÇÃO DA UHE CACHOEIRA PORTEIRA  
*Lorenz Dobereiner (In memorian)*  
*Fernando Pires de Camargo*  
*Alarico A. C. Jácomo*
- 29** O BRASIL E A GEOLOGIA NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E URBANO  
*Fernando Luiz Prandini (In memorian)*
- 41** UM BREVE RELATO SOBRE A GEOLOGIA DE ENGENHARIA  
*Lazaro Valentin Zuquette*
- 57** INTEGRAÇÃO DE ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS APLICADOS A PROJETOS DE ENGENHARIA E À AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: ESTAMOS AVANÇANDO?  
*Omar Yazbek Bitar*  
*Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo*  
*Sofia Julia Alves Macedo Campos*  
*Tânia de Oliveira Braga*  
*Caio Pompeu Cavalhieri*
- 73** GEOLOGIA APLICADA A BARRAGENS: UMA REVISÃO DE PROCEDIMENTOS  
*Luiz Ferreira Vaz*  
*Magali Dubas Gurgueira*  
*Talita de Oliveira Muzzi*
- 93** CONTRIBUIÇÃO PARA A GEOLOGIA DE ENGENHARIA APLICADA ÀS CIDADES. EXPERIÊNCIA DE LONGA DURAÇÃO EM BELO HORIZONTE – MG  
*Edézio Teixeira de Carvalho - GEOLURB*
- 109** GESTÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS NO BRASIL  
*Margareth Mascarenhas Alheiros*
- 123** IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA E GEOMECÂNICA NA MINERAÇÃO  
*Sérgio N. A. de Brito*  
*Paulo R. C. Cella*  
*Rodrigo P. Figueiredo*



# O BRASIL E A GEOLOGIA NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E URBANO\*

FERNANDO LUIZ PRANDINI (IN MEMORIAN)

Geólogo da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT.

A economia mundial impõe aos países, em desenvolvimento, notadamente os situados na faixa tropical e intertropical, uma escala de produção acelerada, onde mais e maiores áreas são solicitadas. A tecnologia utilizada nesta verdadeira gincana econômica, e proveniente em grande escala de países desenvolvidos, cujas condições diferem em muito das apresentadas pelos países em desenvolvimento. Mesmo quando os resultados, a curto prazo, se revelam satisfatórios, a médio e longo prazo, os saldos são no mínimo preocupantes.

Ao contrário do que aparenta, os problemas de degradação ambiental não são exclusivos de países de ocupação antiga. O Brasil, apesar de sua juventude, já apresenta extensas áreas onde a degradação já se instalou. O pouco alarde que tais fatos ainda suscitam, deve-se à baixa densidade e alta mobilidade das populações de tais áreas.

Para bem cumprir o papel histórico reservado ao Brasil, urge a elaboração de um arsenal tecnológico, no qual as técnicas para o melhor uso territorial têm, sem sombra de dúvida, uma posição de destaque.

Um novo ramo da Geologia, a Geologia de Planejamento, com algum retardo, se introduz hoje no Brasil. A participação da geologia em planejamentos territoriais e urbanos requer para sua implantação o uso de tecnologia adequada ao nosso meio físico e nossas condições de país em processo de desenvolvimento.

Os obstáculos para a implantação deste novo ramo da geologia de engenharia devem ser vencidos a curto prazo, para permitir o uso responsável dos recursos naturais, garantindo vida longa e útil

aos recursos não renováveis e aproveitamento criterioso dos recursos renováveis.

## 1 USO DAS TERRAS TROPICAIS, UMA COLONIZACAO INADEQUADA

As condições ambientais herdadas do processo inicial de colonização são hoje críticas, tornando onerosas diversas atividades de ocupação territorial, que no início da implantação se mostravam lucrativas e florescentes. O advento de recursos tecnológicos que permitem empreendimentos cada vez mais arrojados, envolvendo a utilização de áreas e recursos financeiros sucessivamente maiores, com a solicitação de benefícios cada vez mais premente, não permite as margens de erro tradicionalmente aceitas.

O preço do erro, além da perda do capital investido, pode ser o aniquilamento dos recursos naturais (depauperação dos solos, esgotamento das águas, modificações climáticas). Isso provoca a ruína de populações inteiras que, com o abandono das atividades produtores e consequentes problemas sociais, causam pesados ônus à administração do país. A repetição dos insucessos do passado no uso territorial seria, atualmente, catastrófica.

A erosão elimina, ano após ano, grandes parcelas de solo arável, dificultando, ou mesmo impedindo, atividades agrícolas, ocupação urbana obras de transporte. O consequente assoreamento dos cursos d'água e reservatórios prejudica a pesca e navegação continentais e compromete hidrelétricas e sistemas de abastecimento d'água. Movimentos de terra em grandes extensões, ou mais

\* Editado: Anais do 1º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia - Volume 3 - maio de 1976

localizados (erosões, escorregamentos), apresentam saldos catastróficos, quando atingem aglomerações urbanas e outras obras civis. O esgotamento e malbarato dos recursos hídricos vêm estagnando a urbanização e industrialização, mesmo em regiões onde a água é tida como abundante.

No mundo todo, o uso inadequado de grandes áreas, seguido ou não de degradação, já afeta mortalmente populações inteiras. Para tais populações o uso predatório de recursos naturais como o solo arável e a aquí subterrânea, pode representar a sua condenação à morte. A maior parte destes países, além da população crescente, enfrenta graves desequilíbrios nas suas forças de produção. Automatiza-se a extração mineral, mecaniza-se e se sofisticava a lavoura e se latifundiária a propriedade rural. Novas atividades agrícolas tomam os campos de cultura. Tais fatos, tendo como consequência a extinção da propriedade familiar e do extrativismo primitivo, resultam num grande excedente de mão de obra. Paralelamente ora como causa, ora como consequência, crescem a urbanização e a industrialização.

Desse modo, expõem-se hoje áreas cada dia maiores a intensa solicitação, proveniente tanto da exploração agrícola, quanto da implantação de obras civis; entretanto, o grau de conhecimento quase nunca acompanha a intensificação do uso do meio físico. Há ainda que se ressaltar o fato de que normalmente não há, por parte das forças produtoras, maior interesse em se aprofundar o conhecimento, além do necessário para garantir o retorno, a curto prazo, do investimento e proventos almejados.

A maior parte dos países, onde este quadro se mostra com poucas variações, são países situados na faixa tropical ou intertropical; tais regiões são hoje tomadas de assalto pelo desenvolvimento; tecnologia moderna e exótica largamente aplicada para acelerar e otimizar a curto prazo, a produção. A maior parte das respostas a estas solicitações são desconhecidas. Algumas reações altamente desfavoráveis do meio físico encontram convenientes explicações nos fenômenos climáticos ou geológicos de larga escala. A parcela de culpa que cabe à forma de uso territorial, quando suscitada, e reduzida quase sempre a dimensões inexpressivas.

Em nosso país já se fazem sentir os efeitos de intensa degradação, envolvendo grandes porções de território, paralelamente a uma somatória respeitável de acidentes e problemas localizados. Dois fatores principais se integram para a ocorrência deste paradoxo aparente, que é a degradação ambiental de um país em processo de ocupação: de um lado, o próprio histórico da ocupação; e de outro, as reações desconhecidas de certos ambientes tropicais. Mesmo quando não guiada pelo espírito predatório, ocupação utilizou e ainda utiliza métodos muitas vezes incompatíveis com as terras tropicais.

A conservação dos conceitos introduzidos pelo colonizador, reforçada pela influência constante de civilizações de regiões frias ou temperadas, resultou numa atuação mecânica, onde as pesquisas e recomendações inovadoras não encontram apoio nem eco. Colaborando com a manutenção de tais preceitos tradicionais, a nossa grande extensão territorial tem permitido a translação de atividades rurais ou extrativistas para "terras virgens", mascarando os fracassos, mantendo, quando muito, empreendimentos extensivos, que seriam considerados inviáveis frente a outras realidades econômicas.

Inúmeros casos nacionais podem ser citados, exemplificando a falta de critério no aproveitamento dos recursos naturais. Um dos casos mais próximos no espaço e no tempo é o que ocorreu nas últimas décadas em grandes áreas do Noroeste do Estado do Paraná, onde não se fez distinção entre a "terra roxa", proveniente de rochas basálticas, e os solos arenosos que cobrem o arenito Caiuá, de cor semelhante. Este último solo, de grande fertilidade inicial, teve um rápido exaurimento e, posteriormente, de suas características, manifestou fenômenos de erosão e assoamento, de tal forma crescentes, que hoje são considerados como problemática de difícil solução e localmente como verdadeiras tragédias. A região mais afetada perfaz uma área de aproximadamente 30.000 km<sup>2</sup>, somente no Estado do Paraná. Nesta mesma região e em vastas áreas do Sul e Sudeste a erosão urbana afeta o crescimento de centenas de municípios.

A locação tradicional de cidades em altos topográficos faz com que as águas pluviais e servidas

sejam lançadas em drenagens temporárias ou permanentes, cujos leitos se constituem em material inconsolidado. O incremento de vazão inicia um processo erosivo, em geral remontante, que se desenvolve rumo ao núcleo urbano, colocando em risco ou destruindo toda sua infraestrutura.

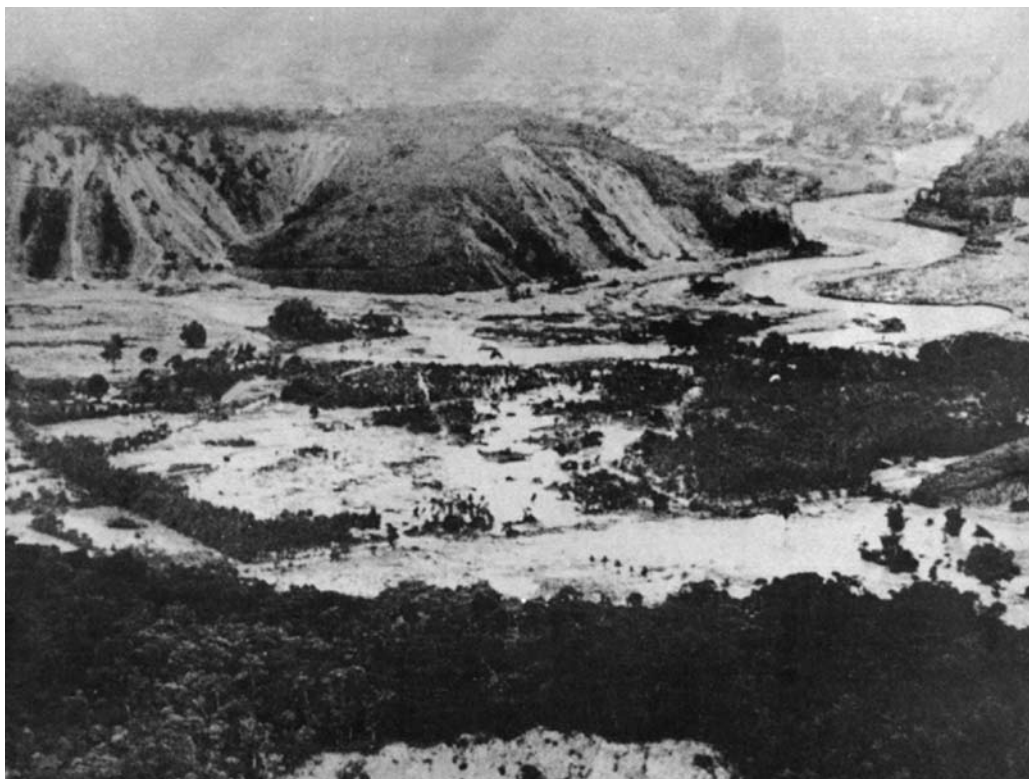
A ocupação indiscriminada de encostas, alagadiços e outros terrenos problemáticos e outra fonte de acidentes e problemas “insolúveis” da urbanização. As causas que levam a população ocupar tais áreas são de ordem econômica e fora do campo tecnológico; porém a geotecnia tem elementos que permitem a previsão e prevenção de acidentes e problemas futuros. A partir da incorporação destas áreas a administração pública, esta assume a problemática de crescimento e manutenção dos novos bairros. Podem ser lembrados casos como Mont-Serrat em Santos (1956), Caraguatatuba (1967), Vila Albertina em Campos de Jordão (1972), figuras 1 e 2, acidentes que se repetem nos morros do Rio de Janeiro, assim como inúmeras áreas urbanizadas com problemas permanentes de implantação e manutenção de melhoramentos urbanos (saneamento, arruamento e as próprias habitações). Enfrentando problemas permanentes, temos junto a núcleos urbanos, novos conjuntos residenciais e até mesmo bairros inteiros recém-construídos que apresentam graves problemas de implantação e manutenção da infraestrutura urbana.

Nosso território extenso e variado impõe a urbanização, problemas que se caracterizam infelizmente como tristes novidades. Tais fenômenos vão desde os comuníssimos processos erosivos que afetam as cidades do sudeste brasileiro (estereotipadas naquelas do Noroeste do Paraná), passando por não menos comuns movimentos de encostas que afetam núcleos habitacionais “do morro”, até problemas “especiais”, como por exemplo: a corrida de terra, que destruiu sessenta casas em Vila Albertina em 1972; a corrida de areia que provocou o afundamento de treze edifícios em Guaratuba - PR, em 1968; o decantado caso do Vale Grande, cujo alargamento por erosão vem desde o século passado vencendo a cidade de Iguape, terminando por sufocá-la pelo assoreamento de seu porto; o soterramento pro-

gressivo do núcleo habitacional de Laguna - SC, que até 1975 já tinha 7 de suas residências totalmente cobertas pelas dunas. As disponibilidades de água, tanto para uso urbano como industrial, são via de regra consideradas do ponto de vista de uso imediato, sem uma previsão realista de uma maior demanda futura, nem tampouco na manutenção dos recursos existentes. Exemplo claro e atual de tal situação é encontrado na região do ABC-SP, (municípios industriais da Grande São Paulo), onde a carência de recursos hídricos representa uma invencível barreira para a continuidade do crescimento industrial; sendo um dos fatores principais para a mudança de indústrias para outras áreas. O mais grave é que a transferência dos pólos industriais também se efetua sem estudos prévios adequados, o que faz antever, dentro em breve, o surgimento dos mesmos problemas, tanto de poluição como de carência de recursos, nas novas áreas assim eleitas. No Brasil, torna-se imperioso, como embasamento do esforço desenvolvimentista, o conhecimento do meio físico de superfície e subsuperfície, cujas potencialidades e limitações deverão direcionar os empreendimentos de uso do território, rumo a um sucesso sólido e duradouro.

## 2 O MEIO FÍSICO E O PLANEJAMENTO

A necessidade de planejar o uso humano do território é uma imposição administrativa do desenvolvimento. Porém, é fato inegável que o meio físico não tem sido considerado dentro da importância que representa. O crescimento desordenado que afeta nossas metrópoles e, fruto basicamente de ausência de planejamento, ou, mais lamentavelmente, resulta de planejamentos, muito discutíveis. Neste último caso o saldo é negativo sob três aspectos principais. Em primeiro plano, destaca-se o caráter parcial de tais planejamentos, o que as torna dificilmente exequíveis e, assim, plenamente cumpridos ou não, redundam em fracasso. Em segundo plano, próprio ônus com tais serviços resulta num reprovável desperdício do erário público. Em terceiro plano, como consequência dos dois primeiros, resulta o descrédito crescente no termo “planejamento”.



**Figura 1** - Vista aérea parcial dos escorregamentos, regionais na Serra de Caraguatatuba, SP - Março de 1967.



**Figura 2** - Vista aérea parcial do escorregamento de Vila Albertina - Campos do Jordão, SP - Agosto de 1972 (Foto "Agência Estado").

Mesmo em cidades menores e menos complexas, diagnósticos, planos diretores têm sido elaborados expeditamente, encarados como burocracia "pre-forma", já que exigida por lei, para desejadas dotações orçamentárias municipais.

Os poucos trabalhos encontrados dentro de planejamentos regionais ou urbanos que encaram o meio físico com seriedade, resumem-se a considerações parciais no sentido do aproveitamento de disponibilidades locais. De modo geral, os elementos

considerados prendem-se a aspectos topográficos, ocorrência de materiais de construção e facilidades de uso de água. Entretanto, o meio físico fornece, a vários níveis de investigação, um aspecto mais amplo das suas potencialidades e limitações de uso: bem conhecer a natureza dos terrenos é premissa básica para um planejamento bem sucedido.

### 3 O CONHECIMENTO DO MEIO, A GEOLOGIA NO PLANEJAMENTO

Cabe à Geologia o conhecimento de grande parte dos fatores condicionantes de uso. Assim, suscetibilidades à erosão e a movimentos, disponibilidade de águas subterrâneas, atitudes e características de maciços terrosos e rochosos, dinâmica da crosta e um grande número de características do ambiente e dos materiais, relacionam-se aos estudos geológicos.

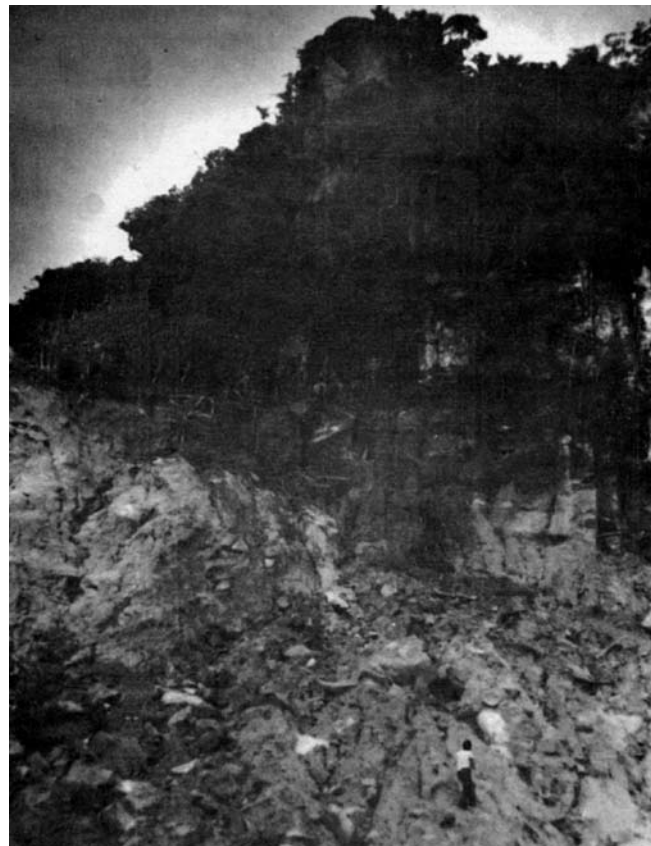
Informações isoladas podem ter um significado restrito, porém, conjunto de informações, relativas a uma área ou várias áreas, analisadas sob o prisma de seu interrelacionamento, pode determinar inúmeras limitações e potencialidades do meio ambiente, frente aos possíveis usos humanos.

A **Geologia Ambiental**, termo há pouco introduzido no Brasil, pode ser conceituada como a parte da Geologia que congrega os elementos básicos para o bom uso da terra. Parece-nos, entretanto, que tal termo não define claramente a participação da geologia em anteprojetos, ou planos de uso territorial. O termo **Geologia de Planejamento** parece estar mais intimamente ligado ao aproveitamento racional da superfície terrestre. A atuação do geólogo no Planejamento deveria ser entendida como um trabalho de equipe, em que constassem especialistas em todas as áreas de conhecimento exigidas pelo trabalho. A filiação da Geologia de Planejamento a Geologia de Engenharia se deve à tecnologia já implantada e desenvolvida por este ramo da Geologia, tecnologia essa que vai de encontro às necessidades iniciais da Geologia de Planejamento. Além de subsidiar o planejamento do uso territorial e urbano, este ramo da Geologia pode participar de programas de recuperação e controle de degradação ambiental. Para tal, dispõe-se dos recursos da geotecnia para a escolha dos meios a áreas propícias.

Para a implantação da Geologia de Planejamento duas premissas nos parecem indispensáveis:

o desenvolvimento de “know-how” nacional, obtido através de estudos globais com experimentos de campo, e paralelamente, o abandono da mentalidade imediatista na administração dos bens naturais. As duas premissas acham-se interrelacionadas em muitos pontos, num círculo vicioso de interdependência. De um lado, o insucesso de planejamentos e medidas parciais de correção, e ainda os altos custos de conservação de certas obras, desencorajam as ações da administração pública. De outro lado, a intermitência das dotações de verba, aliada a fatores de ordem profissional, impedem a eficiência dos estudos. Como todo desenvolvimento de “know-how”, tais trabalhos se revelam produtivos quando contínuos e profundos.

Alguns fatores externos ao citado ciclo vicioso vêm concorrendo para a solução do impasse. Os resultados de muitas obras civis de grande porte, o interesse de órgão governamentais e internacionais, os efeitos da campanha conservacionista amparada pela imprensa, entre outros fatores, podem tornar viável a implantação de uma mentalidade de planejamento.



**Figura 3** – Vista parcial de um dos escorregamentos que afetaram em março/maio de 1974 a Serra de Maranguape, Ceará – Março de 1975.

O planejamento desejado permitiria à administração pública satisfazer o interesse da livre empresa, apresentando opções e orientando os empreendimentos no sentido de bem comum, a curto, médio e longo prazo.

Integradas às outras áreas do conhecimento, as condicionantes geológicas e geotécnicas se mostram indispensáveis tanto na previsão da suscetibilidade à degradação dos meios físicos, quanto na concepção dos modos de prevenção e correção das degradações ambientais.

#### 4 A GEOLOGIA E BOM USO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

No Brasil, os problemas mais conhecidos, que mostram a ligação entre os sucessos dos usos territoriais e a natureza geológica, agrupam-se em três categorias principais: - problemas ligados à erodibilidade, problemas ligados a movimentos de massas e - problemas ligados ao abastecimento d'água. A disponibilidade de materiais naturais de construção perfaz um tópico particular de condicionantes do sucesso da implantação de obras civis, como barragens, vias de transporte e urbanização. A interinfluência entre os materiais utilizados nas obras e entre estas e o meio físico, é determinante na apreciação da viabilidade de uso de determinada porção do território.

##### 4.1 Problemas ligados à erodibilidade

As características de erodibilidade, estando ligadas aos aspectos topográficos e granulométricos da distribuição dos solos superficiais, entre outros aspectos, determinam as conhecidas formas de erosão laminar e de ravinamento. Porém, em nosso meio ambiente, outra forma de erosão, localmente mais danosa, pode coexistir com as formas citadas. Tal forma de erosão recebe entre nós o nome de boçoroca, a qual, mais que grande ravina, revela-se especialmente perigosa quando se desenvolve junto a cidades obras viárias ou outras obras civis. A grande velocidade de desenvolvimento, as dimensões atingidas e as dificuldades

de contenção são suas características mais conhecidas. Entretanto são raros os estudos a respeito de seus mecanismos de progresso e, conseqüentemente, dos meios de contenção.

Aparentemente dissociada das características litológicas indicadas nos mapas geológicos brasileiros, a boçoroca afeta indistintamente tanto solos que capeiam rochas cristalinas, quanto aqueles que capeiam as sedimentares. Atacando preferencialmente áreas deflorestadas, sua ocorrência parece estar ligada a uma associação favorável de fatores imperantes em extensas áreas no Brasil. Entre tais fatores, merecem destaque determinada dos perfis pedológicos, comuns aos solos tropicais, de condições topográficas e geomorfológicas de regiões onduladas, onde predominam as formas côncavas e suaves. Comportamentos particulares da água no subsolo, bem como variáveis de ordem climática, parecem ser também determinantes no surgimento de boçorocas. Dos casos que se tem notícia pode-se depreender que as regiões sul e sudeste apresentam extensas áreas profundamente afetadas pela erosão e, conseqüentemente, pelos problemas de assoreamento, de rios e reservatórios. Nota-se ainda que as formas de erosão tropical estão associadas inequivocamente aos extensos depósitos cenozóicos que constituem os solos superficiais de grandes áreas do sudeste brasileiro.

Notícias de ocorrências de boçorocas ou de grandes ravinas, em outros pontos do território nacional, relatados por técnicos que operam nessa área, podem, entretanto, indicar que as boçorocas se desenvolvem com maior frequência no sul e sudeste, também por serem estas regiões brasileiras as que apresentam uso mais intensivo e generalizado.

A erosão fluvial se reveste de maior importância nas porções de território onde os cursos d'água atravessam formações sedimentares inconsolidadas. Principalmente quando o regime hídrico tenha sofrido interferências, alterando o seu equilíbrio erosão/sedimentação. Formações arenosas incoerentes são comuns em extensas porções da faixa litorânea, assim como nas bacias dos grandes rios de planície, como os da bacia amazônica.





**Figura 4** - Boçoroca se desenvolvendo na zona rural de Joborandi, Bahia, sobre colúvio do arenito Uruçuia.



**Figura 5** - Vista aérea parcial de uma das boçorocas que afetaram a cidade de Cianorte, PR, Sobre solos que capeiam o arenito Caiuá.



**Figura 6** - Detalhe da foto anterior (Fig. 5).

## 4.2 Problemas ligados a movimentos de massas

Quanto aos movimentos de massas, podem ser assim considerados: diversos tipos de escorregamento e fenômenos de adensamento, ou de subsidência.

- a) Os escorregamentos se acham intimamente ligados à configuração topográfica, à geologia (estruturas, espessuras de solo), à cobertura vegetal, à pluviosidade local. Desse modo, quase toda a extensão da Serra do Mar e outros padrões geográficos que marcam a ascensão para o Planalto Atlântico, apresentam áreas propícias a ocorrência de escorregamentos. Os condicionamentos geológicos e climáticos, aliados às atividades antrópicas, como sua travessia por vias de transporte, desmatamento e outras formas de ocupação desordenada, fazem destas unidades geográficas o palco de deploráveis acidentes. Os escorregamentos, tidos como mecanismo normal da evolução das encostas, têm na ocupação indiscriminada destas, um fator de catalização e aceleração. Assim como as serras, de um modo genérico, são condicionantes regionais de áreas sujeitas a escorregamentos, mais localmente, vertentes de colinas e morros isolados, quando sujeitas a ocupação desordenada, podem gerar escorregamentos não menos catastróficos. As características dos maciços tópicos com suas grandes espessuras e, naqueles de origem residual, a manutenção das feições estruturais da rocha matriz, fazem, destes maciços um caso particular nos estudos tradicionais de estabilidade. Deste modo, cabe aos técnicos brasileiros formular soluções próprias, a partir das observações de campo e estudos laboratoriais, que permitam uma melhor previsão de estabilidade de taludes naturais e de corte.
- b) Outras categorias de fenômenos relacionados aos problemas de movimentos são os fenômenos de solos suscetíveis a adensamento ou mobilização vertical de outras naturezas. Nesta categoria, o território brasileiro apresenta, além de várzeas com depósitos argilosos, extensas formações costeiras, nas quais a deposição de sedimentos marinho-continentais resulta em terrenos de baixa capacidade

de suporte, com espessas camadas argilosas orgânicas de elevado índice de vazios. A ocupação urbana, industrial ou a transposição de tais áreas por vias de transporte se apresentam como problemas constantes. Neste quadro, a Baixada Santista já tem recebido por partes dos técnicos brasileiros uma atenção merecida, já tendo se desenvolvido muitas técnicas construtivas para sua utilização como terreno de fundação. Também em outros pontos do litoral brasileiro, a faixa costeira apresenta diversas áreas de interesse imediato, do ponto de vista de ocupação, sem contudo ter-se um conhecimento global da constituição de seus solos.

## 4.3 Os problemas ligados ao abastecimento d'água

O abastecimento d'água, tanto para uso em núcleos urbano/industriais, como para uso agrícola, tem se revelado como um problema crônico, sendo a imprevidência e o malbarato, a tônica imperante, tanto nas regiões do Nordeste, onde o clima torna a água escassa, como no Sul e Sudeste, onde os recursos hídricos são tidos enganosamente como inesgotáveis.

No polígono das secas, a grande quantidade de açudes, frutos da ação tradicional das "frentes de trabalho", que se desenvolvem há um século salvo honrosas exceções, apresentam, infelizmente, como saldo imediato, a ocupação das raras terras agricultáveis por lagos de discutível utilidade. Tais lagos, sem obras subsequentes para distribuição e irrigação e, na maior parte, sem vertedores de fundo ou outros mecanismos reguladores de vazão, podem assumir três aspectos negativos, manifestados isolada ou conjuntamente. O primeiro destes aspectos se relaciona com salinização das águas, sendo inúmeros os açudes que acumulam água imprópria para os usos de abastecimento. O segundo aspecto resulta do impedimento da circulação das águas para as terras aráveis a jusante, retendo a contribuição das primeiras chuvas, para enchimento do lago cujo volume se encontra reduzido pela estação seca. O terceiro aspecto se prende ainda próprio regime hídrico, sendo muitos açudes verdadeiros "espadas de Damocles" pairando a montante de vilas e povoados, durante

o período de chuvas. Desde que ausentes outros mecanismos reguladores, resta às frentes de cheia, após cheio o lago, verter por sobre as barragens.

Mesmo nas regiões chuvosas do Sul e Sudeste ocupadas pela agricultura, muitos núcleos urbanos apresentam graves problemas de abastecimento de água potável. A maior parte dos problemas se acham ligados aos sistemas de obtenção de água, que é o de captação superficial, e se substanciam em dois aspectos mais importantes. O primeiro é o rápido assoreamento dos reservatórios, graças à acelerada erosão a que estão sujeitas extensas áreas sob exploração agrícola. O segundo aspecto, muitas vezes associado ao primeiro, é a poluição dos mananciais por defensivos agrícolas, de uso crescente e irrestrito durante a última década.

Nas regiões industrializadas, o grande crescimento urbano-industrial tem gerado problemas desmedidos para o abastecimento de água. Soma-se ao esgotamento dos recursos disponíveis, a poluição dos mananciais restantes. Tal poluição se efetua tanto pelo lançamento de detritos sem tratamento prévio em pontos inadequados dos rios ou lagoas, como infiltração, quando o terreno apresenta características favoráveis. Em muitos casos a captação de águas subterrâneas, por meio de poços profundos, resolve parcialmente os problemas de abastecimento. Entretanto, a superexploração dos aquíferos, aliando-se à pavimentação, e às áreas construídas que acabam por reduzir as zonas de infiltração, acarretam rebaixamento permanente dos níveis freáticos. A carência de recursos hídricos já se apresenta crônica em diversas regiões sujeitas à intensa industrialização e/ou urbanização. O esgotamento dos recursos superficiais e subsuperficiais, seguido da solicitação de áreas cada vez mais distantes, bem como a destruição e mau uso de mananciais e reservas, se apresenta como uma característica marcante da exploração urbano-industrial das três últimas décadas.

#### 4.4 Os problemas do desconhecimento

Reações desfavoráveis do meio, aliadas ao conhecimento relativamente mais detalhado de algumas regiões brasileiras, permitem observar meros casos de uso inadequado do território. Deve-se ter em mente, por outro lado, que mais de 60% do território nacional constituído por terrenos praticamente

desconhecidos, representados em boa parte pela Amazônia Legal. Nessa considerável porção do território ocorrem extensas formações sedimentares de idade terciária e quaternária; seu relevo, de modo geral, é suave, mesmo em regiões tidas como de embasamento cristalino a cobertura florestal e a localização geográfica impõem um clima de umidade e temperatura elevadas. A ocupação incipiente de algumas destas áreas tem se revelado problemática, sendo comuns os casos de esgotamento prematuro da fertilidade, assim como fenômenos erosivos profundos muitos similares às boçorocas descritas no sul do país. As evidências serem muito vastas as ocorrências de solos arenosos e incoerentes, assim como a lixiviação e laterização profundas e generalizadas. Tais perspectivas, aliadas à escassez de dados cientificamente obtidos, pedem um detalhamento de estudos, a fim de que não se imponham solicitações contrárias aptidões do meio físico, do qual o solo, "lato sensu", é parte vital.

#### 4.5 Os problemas da utilização do conhecimento

Em nosso país, a participação da geologia em projetos de utilização de territórios se acha ainda restrita a estudos locais de Geologia de Engenharia, normalmente para o caso de barragens, estradas e fundações de grandes estruturas. Entretanto, há alguns anos vêm se desenvolvendo trabalhos efetivos no sentido de introduzir a geologia no campo do planejamento. São poucos os trabalhos que representam um enorme esforço de profissionais isolados, engajados na divulgação constante deste novo ramo da Geologia de Engenharia.

Similarmente aos outros países, as falhas de comunicação entre Geologia e Engenharia se fazem sentir, com as dificuldades de se obter formações objetivas de cartas geológicas tradicionais. Se as dificuldades de comunicação entre áreas próximas como Engenharia Civil e Geologia de Engenharia são grandes, as dificuldades serão tanto maiores entre a Geologia e os outros setores ligados ao planejamento. Assim, a Cartografia Geotécnica, instrumento já consagrado em diversos países desenvolvidos se substancia como notável forma de comunicação entre meio físico e o planejador ou projetista.

Grande parte da bibliografia estrangeira a respeito deixa no interessado uma forte imagem de tecnologia avançada. Assim, muitos autores veiculam a ideia de cartografia geotécnica (como da própria Geologia de Planejamento) associando-a com “geomatemática”, “supermapping”, “cartografia automática”, obtenção de imagens por superposição de transparências, e outras técnicas sofisticadas. Entretanto, alguns autores estrangeiros já levantam, por um lado, a discutível utilidade de tais elaborações, e por outro, sua inexequibilidade econômica, quando em caráter extensivo. As críticas, levantadas se prendem ao rumo imprimido a esse novo ramo da geologia, por muitos institutos e organismos oficiais (normalmente os ligados ao ensino), sob a denominação de geologia ambiental. Entre estes organismos se encontram aqueles que são os responsáveis pela sofisticação da cartografia geotécnica. Tais entidades se permitem atingir tal grau de refinamento, graças às características que lhe são próprias, como por exemplo: dotação orçamentária governamental, abundância de mão de obra de nível universitário a baixo custo (estagiários), e entre outros privilégios, facilidade de uso de computadores.

Em entidades que possuem orientação marcadamente acadêmica, soma-se à sofisticação citada, uma abordagem tal, que torna a Cartografia Geotécnica de difícil utilização pelos interessados (engenheiros civis, economistas, arquitetos, administradores, construtores, planejadores e o público em geral). A abordagem acima referida manifesta seu erro através de dois fatores principais, que atuam isolada ou conjuntamente. O primeiro destes fatores se prende ao uso de linguagem restrita aos meios profissionais em Geologia. O outro fator se atém ao enfoque dos problemas impostos e gerados pela ocupação humana, revelando falta de vivência e conhecimento geotécnico por parte destes profissionais.

Em contraposição às considerações acima alinhadas, os mesmos autores apontam como exemplo de uma cartografia realmente útil e exequível trabalhos que primam pela simplicidade tanto gráfica como de linguagem, conseguindo, assim um enfoque objetivo do meio físico. Nesta linha, um trabalho “Engineering characteristics of the rock of Pensilvania -MacClade e outros 1972) apontado como exemplo de uma cartografia geotécnica de execução garantida e uso pleno. Tal trabalho

se consubstancia um mapa geológico com suas unidades rochosas convenientemente destacadas, acompanha de uma tabulação que contém suas principais características, tanto as puramente geológicas (acamamento, fraturamento, grau de intemperismo, topografia), quanto as geotécnicas (porosidade, água subterrânea, estabilidade, de taludes em corte, estabilidade de fundação, materiais de construção). Estas e outras características e propriedades importantes são apresentadas em termos acessíveis ao público interessado.

Com as considerações expostas nos parágrafos anteriores, pretende se aqui, chamar a atenção para dois aspectos importantes a implantação da Geologia de Planejamento no Brasil. O primeiro aspecto é ligado à sofisticação de tratamento e representação, tendência esta, que segundo os críticos, não encontram condições para sua vulgarização, nem em países desenvolvidos e economicamente poderosos. O outro aspecto, de caráter aparentemente universal, a utilização indevida de uma linguagem incompatível como os fins a que se propõe a Cartografia Geotécnica. Intimamente ligado a este aspecto, apresenta-se pouca objetividade com que são encetados os trabalhos executados por pessoal não suficientemente ligado aos problemas e solicitações impostos por obras civis e outras formas de uso territorial.

Como toda tecnologia, a Cartografia Geotécnica depende de metodologia produzida de acordo com a realidade de cada país. Assim, as necessidades geradas pelo desenvolvimento brasileiro podem ser supridas com a criação de métodos nacionais conjugados com “know-how” absorvido seletivamente de outros países, adaptados às nossas condições.

Não será demais lembrar que a tecnologia elaborada em países desenvolvidos constitui importante tópico em suas pautas de exportação. Por outro lado, os países em desenvolvimento, e entre eles o Brasil, se constituem em um mercado promissor para tal produção tecnológica.

No momento em que o governo de nosso país volta seus esforços para a consubstanciação de uma ocupação territorial efetiva, ele chama a si mesmo a responsabilidade pelo sucesso de suas determinações. Tal diretriz faz do governo, o principal interessado no emprego de técnicas adequadas para o conhecimento de uma de suas principais matérias primas, que é o meio físico, para a utilização racional e responsável de seus recursos.

## BIBLIOGRAFIA

- BADRE, D. , 1973 - La carte de localization probable des avalanches. Sym posium National "Sol et Sous-Sols et Securite de Construtions". BRGR et all, Cannes, Tomo I, pag. 27-36.
- BRANAGAN, D.F., 1972 - Geological data for the city engineer: a comparision of five Australian Cities, Anais do 24º Congresso Internacional de Geologia, Montreal, Segio 13, pag. 3-12.
- CIVITA, M. e outros, 1974 - Evaluation de la stabilit  de versants de la Peninsule Sorrentine (Campanie - Italie), Anais do 2º Congresso Internacional da IAEG, S o Paulo, Tema 111-27, 8 p g.
- COULON, F.K. , 1974 - Mapa geot cnico das folhas de Morretes e Montenegro (RS), Funda o de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul; impresso pela Tecnosolo-Engenharia e Tecnologia de Solos e Materiais AS.
- CRATCHLEY, C.R. e DENNESS, V. K., 1972 - Engineering geology in urban planning with an example from the New City of Milton Keynes, Anais do 24º Congresso Internacional de Geologia, Montreal, Se o 13, p g.13-22.
- DEMATHIEU, P. - Cartographie de risques et teledetection. Symposium National/Sol et Sous-Sol et Securit  de Construtions. BRGM et all, Cannes, Tomo I, pig. 119-123.
- GRANT, K., 1970 - Terrain evaluation. A logical extension of engineering geology, Anais do 1º Congresso Internacional da IAEG, Paris, p g.971- 980.
- GREHS, S.A., 1970 - O papel do ge logo no planejamento. Informa o B sica, IV Simp sio sobre Pesquisas Rodovi rias, Instituto de Pesquisas Rodovi rias R.J., 1968. Publica o em Separata n  446, 15 p g.
- GREHS, S.A., 1970 - O uso de mapas geol gicos, mapas de vegeta o e mapas de drenagem de irriga o, Projeto Sudoeste I, RS, Sudesul, 2ª Semana Paulista de Geologia Aplicada, 6 p g.
- GUIDICINI, G. e NIEBLE, C.M. (in dito) - Estabilidade de taludes naturais "in prelo".
- GUIDICINI, G. e PRANDINI, F.L., 1974 - O caso do escorregamento de Vila Albertina: Seu Significado em termos de planejamento urbano, V Congresso Brasileiro de Mec nica dos Solos, S o Paulo.
- HUMBERT, M., 1970 - Aptitude des terrains au developement urbain et in ustriel, Anais do 1º Congresso Internacional da IACG, Paris, p g.950 - 959.
- LEGGET, R.F., 1973 - Engineering - Geological maps for urban development Engineering Geology Case Histories, n  10, Geologic Mapping for environmental Purposes (Ferguson, H.F.) da Geological Society of America, Edi o de 1973, p g. 23-28.
- LUTTIG, G., - The Geologist's role in Planning for the future -Natural resources and development - Institute for Scientific Cooperation/ Geologica Survey of the Federal Republic of Germany - p g. 23-30.
- MATHEWSON, C.C. e FONT, R.G., 1973 - Geologic environment: Forgotten aspect in the land use planning process - Engineering Geology Case Histories, n  10, Geologic Mapping for Environmental Purposes - (Ferguson, H.F.) da Geological Society of America, Edi o de 1973, p g. 23-28.
- MATULA; M. e outros, 1971 - Report of the first meeting of the IAEG working group on engineering geological mapping, September 10 and 11,1970,Paris, Associa o Internacional de Geologia de Engenharia, Bol. n .3, pig. 3-6.
- MELTZ, S.J., 1973 - Geonatural resources planning - Engineering Geology Case Histories, n  10, Geologic Mapping for Environmental Purposes (Ferguson, H.F.) da Geological Society of America, Edi o de 1973, p g.13 - 18.
- MEYERS JR., C.R., 1973 - Regional land use analysis and simulation models: A step forward in the planning process Engineering Geology Case Histories, n  10, Geologic Mapping for Environmental Purposes\_(Fergusson, H7 F.) da Geological Society of America, Edi o de 1973, p g. 9-12.
- MONTGOMERY, H.B., 1973 - Environmental analysis in local development planning ,Engineering Geology Case Histories, n  10 Geologic

- Mapping for Environmental Purposes (Ferguson, H.F.) da Geological Society of America, Edição de 1973, pág. 19-22.
- MONTGOMERY, H.B., 1973 What kinds of geologic maps for what purposes Engineering Geology Case Histories, nº 10, Geologic Mapping for Environmental Purposes (Ferguson, H.F.) da Geological Society of America, Edição de 1973, pág. 01-08.
- PRANDINI, F.L. (coordenador), 1974 - Condições geológicas e geotécnicas da degradação ambiental - Alguns casos brasileiros, Boletim 01, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 11 pág.
- PRANDINI, F.L., 1974 - Occurrence of "boçorocas" in southern Brazil- Geological Conditioning of environmental degradation, Anais do 2º Congresso Internacional da IAEG, São Paulo, Tema III-35, 10 pág.
- PRANDINI, F.L., GUIDICINI, G. e GREHS, S.A., 1974 - Geologia ambiental - ou de planejamento, Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia da SBG, Porto Alegre - "in prelo".
- RAJU, K.C.C. e outros, 1974 - Methodology and utility of geotechnical maps in the urban planning and development of the twin-city Capital of Hyderabad-Secunderabad, Andhra Pradesh, India, Anais do 2º Congresso Internacional da IAEG, São Paulo, Tema III-35, 10 pág.
- REBOUÇAS, AC., 1973 - Le problème de l'eau dans le Nord-Est semi-aride du Brésil- Evaluation des reserves, orientation pour la mise en valeur - These doctorat d'Etat - Strasbourg - France.
- REMENYI, P. e VARGA, M., 1970 - The influence of geological potentialities in the development of the foundation expenses of residential buildings, Anais do 1º Congresso Internacional da IAEG, Paris, pág. 1037-1048.
- ROCKAWAY, J.D., 1972 - Evaluation of geologic factors for urban planning, Anais do 24º Congresso Internacional de Geologia, Montreal, Seção 13, pág. 64-69.
- THOMAS, A.- Determination et cartographie de zones de risque en mécanique des sols. Symposium National "Sol et Sous-Sol et Sécurité de Constructions" - BRGM et all, Cannes, Tomo I, pág. 202-211.
- VOGHT, J. - La contribution possible d'un inventaire de témoignages du passé à l'appréciation de comportement des terrains et la prévision des risques géotechniques. Symposium National "Sol et Sous-Sol et Sécurité de Constructions". BRGM et all, Cannes, Tomo I, pág. 212-217.
- WERNER, J., - Environmental protection and problems of growth.-Natural Resources and Development - Institute for Scientific Cooperation /Geological Survey of the Federal Republic of Germany - pág. 79- 92.
- WOLOSHIN, A.J., 1970 - Geoenvironmental information systems. Their use in urban planning, Anais do 1º Congresso Internacional da pág. 871-880.