

A CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA NA PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Fernando Luiz Prandini
Coordenador do Programa de Meio Ambiente do IPT

Carlos Geraldo Luz de Freitas
Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

Valdir Akihiko Nakazawa
Chefe da Seção de Cartografia Geotécnica - IPT

I. INTRODUÇÃO

Considerando o meio ambiente como a relação dinâmica entre o meio físico, biológico, sócio-econômico e cultural, a componente que mais resiste às alterações impostas pela ocupação deste ambiente é o meio físico. Assim, na modificação dos processos naturais que se desenvolvem em um dado ambiente, decorrente da implantação de uma obra ou qualquer outro tipo de uso do solo, o meio físico, com suas características intrínsecas e fenômenos associados, persiste mesmo modificado, nas novas relações de interação, como componente indissociável do ambiente construído, condicionando grande parte de seus desempenhos e problemas.

Dentre as modificações impostas pelas atividades humanas, o processo de concentração urbano-industrial é o que determina alterações mais profundas e continuadas no meio, modificações estas que se evidenciam na qualidade de vida de imensos contingentes populacionais que ali vivem e produzem.

Hoje, as cidades já abrigam cerca de 75% dos brasileiros, resultante de um acelerado e, tudo aponta, irreversível processo de urbanização. Este tem revelado problemas de considerável gravidade, originados da quase completa desconsideração dos fatores fisiográficos. Muitas das dificuldades impostas pelas características do meio físico são normalmente menosprezadas ou enfrentadas de modo ineficaz, ou, na melhor das hipóteses, com obras de alto custo e, ainda assim, de desempenho precário e insuficiente.

Prever as modificações indesejáveis é tarefa possível para as Geociências, sendo o passo decisivo para a prevenção e mitigação de parte substancial dos problemas hoje enfrentados pelos assentamentos.

2. A CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA

A elaboração de Planos Diretores para municípios de mais de 20.000 habitantes, nos termos do Artigo 182 da Constituição Federal, encontra hoje nas Geociências, ferramentas valiosas na configuração da base física destes planos e, ainda, na consubstanciação de legislação correlata, voltada ao disciplinamento do uso do solo, legislação esta decorrente também da regulamentação da Lei Orgânica de cada município.

Neste contexto, a Cartografia Geotécnica vem se consolidando como o instrumento através do qual as características e processos do meio físico, de interesse ao uso urbano do solo, são apresentados de forma objetiva e clara aos usuários finais.

O conhecimento das características e dos fenômenos de interesse para as formas de uso do solo e suas solicitações permite a busca orientada de dados e feições no espectro da Geologia, Geomorfologia, Hidrogeologia, Geotecnia, etc., de modo a se estabelecerem unidades homogêneas quanto a problemas manifestos ou potenciais. Compreendida dentro da ética da Geologia de Engenharia, a Cartografia Geotécnica, através da investigação objetiva dessas características, dá continuidade ao conjunto de técnicas e da própria postura profissional assumida, desde há várias décadas, por técnicos em Geociências envolvidos na busca de respostas práticas às questões concretas postas pela concepção, implantação, operação e manutenção das grandes obras.

Utilizando, adaptando e aperfeiçoando a metodologia básica que norteia as práticas da Geologia de Engenharia, a Carta Geotécnica é, em sua essência, um instrumento de aplicação que busca ser acessível para além do universo de especialistas, em termos de:

- pré-determinar o desempenho da interação entre o uso do solo e o meio físico, bem como indicar os conflitos potenciais entre as próprias formas de uso e ocupação;
- orientar medidas preventivas e corretivas no sentido de minimizar despesas e riscos nos empreendimentos e no meio circundante.

O enfoque metodológico pode ser assim resumido: pré-estabelecimento de um modelo espacial que integre o conjunto de problemas verificados e potenciais; conhecimento das causas e condicionantes dos comportamentos e dos fenômenos; investigação dirigida através das evidências (dados pré-existentes, sensoriamento, investigação de campo, sondagens, ensaios); uso intenso de todo o universo de dados de interesse disponíveis.

3. ALGUMAS CARTAS GEOTÉCNICAS

Os pressupostos metodológicos, norteiam todas as Cartas Geotécnicas produzidas desde 1979 com participação ativa dos profissionais em Geologia de Engenharia do IPT. Todas as cartas têm em comum o atributo de serem voltadas objetivamente à aplicação, seja na formulação diversificada de orientações para o parcelamento e/ou como base física a Planos Diretores Municipais e/ou na formulação de Ações Preventivas de Defesa Civil. A seguir, destacam-se alguns exemplos de Cartas Geotécnicas realizadas, procurando sinteticamente definir uma linha evolutiva de 1979 a 1991, sempre tentando tornar sucessivamente mais objetivo e prático tal instrumento de aplicação dos conhecimentos das Geociências.

3.1 Cartografia Geotécnica no Litoral Paulista

Ao longo do litoral paulista são encontradas ocupações bastante diferenciadas. A região da Baixada Santista é a que apresenta maiores problemas, tanto aqueles resultantes da ocupação urbana em suas encostas e baixadas, quanto aqueles relacionados ao Pólo Industrial de Cubatão. No litoral sul, os problemas maiores estão ligados principalmente ao saneamento básico. Já no litoral norte encontram-se núcleos com sérios problemas associados à ocupação das encostas, tais como Caraguatatuba, São Sebastião e sudeste do município de Ubatuba, além de problemas de precariedade e obsolescência precoce da infra-estrutura urbana, que tendem a agravar-se em curto período de tempo, em função da pressão da expansão da ocupação destas regiões e das respostas do meio frente a este uso.

Um problema marcante na faixa litorânea está relacionado com a região serrana, com a ocorrência de processos de instabilização das encostas, desde escorregamentos localizados, até deslizamentos generalizados que podem desencadear catastróficas corridas de massa, como a ocorrida em Caraguatatuba em 1967.

No que pese a ocorrência de várias atividades econômicas nos municípios litorâneos, merece destaque o turismo e suas atividades caudatárias (construção civil, atividades imobiliárias, hotelaria, restaurantes, comércio e serviços). Além disso, o turismo determina uma população flutuante que chega a crescer quase 400% à população local. E isto ocorre por ocasião das chuvas mais intensas na região, quando problemas como escorregamentos e enchentes são progressivamente mais frequentes.

Outras atividades de destaque são as do Pólo Industrial, citado anteriormente, e aquelas relacionadas a dois importantes portos do Brasil: Santos e São Sebastião. Tais atividades se ligam a complexas estruturas para seu funcionamento, tais como retroporto, rodovias, ferrovias, redes de dutos e sistemas de transmissão de energia. Todas estas atividades são indissociáveis da macrometrópole paulista.

Em 1979 foi executada, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, a Primeira Carta Geotécnica do litoral paulista, abrangendo cerca de 8 km² dos morros de Santos e São Vicente. Como pioneira em áreas urbanas no Brasil, sua elaboração envolveu um grande número de técnicos e horas de trabalho, com estudos bastante detalhados em escalas 1:5.000 e 1:1.000. Seu objetivo foi dar subsídios para enfrentar preventivamente os problemas trágicos de escorregamentos em suas encostas. Foram delimitadas 6 unidades geotécnicas, que expressam diferentes comportamentos frente à ocupação. Esta carta foi efetivamente utilizada apenas a partir de 1988, na elaboração de planos de defesa civil preventiva. Posteriormente, a partir de 1989, com a consolidação de um Grupo de Ação para os Morros, da Prefeitura de Santos, foram tomadas medidas de planejamento, de prevenção e de correção de problemas dos morros, tendo como instrumento básico esta Carta, além de subsidiar o Plano Diretor deste município.

Outras Cartas vêm sendo desenvolvidas desde então, abrangendo um largo espectro dentre as diversas formas de uso e ocupação do solo.

Em 1988, foram identificadas situações de risco geológico na faixa litorânea (encostas serranas e baixadas) em trabalho executado pelo IPT, Instituto Geológico - IG, Instituto Florestal - IF e Instituto de Botânica - IBt. Em consequência a estes trabalhos procedeu-se, entre outras medidas, à elaboração das Cartas Geotécnicas de Guarujá (1989) e Ubatuba (1990), nesta região litorânea.

A Carta Geotécnica de Guarujá, apresentada na escala 1:20.000, envolvendo os seus 140 km², delimita 9 unidades geotécnicas, e a de Ubatuba, na escala 1:25.000, abrangendo 748 km², 11 unidades, com suas características de interesse, uso e ocupação atual do solo,

problemas existentes ou esperados, e recomendações preventivas e corretivas destes problemas.

Da utilização da Carta Geotécnica de Guarujá, constam de seu emprego como base para elaboração da Carta de Risco deste município, para fins de defesa civil preventiva, além de ações da Curadoria do Meio Ambiente e da CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo.

Quanto a Carta Geotécnica de Ubatuba, foi empregada no Macrozoneamento do Litoral Norte, para ações do Plano de Defesa Civil Preventiva, além de avaliações de impacto ambiental na ocupação de algumas áreas deste município. Atualmente está sendo utilizada na elaboração de seu Plano Diretor.

3.2 Carta de Aptidão ao Uso Urbano da Grande São Paulo

A Carta Geotécnica em escala 1:50.000, abrangendo os 8.000 km² dos 38 municípios da região metropolitana, foi elaborada em 1985 por técnicos do IPT e da EMPLASA, como registro e consolidação dos conhecimentos desenvolvidos inicialmente ao longo dos anos 80, 81 e 82, no exame e na concepção de alternativas para cerca de uma centena de projetos de parcelamento.

Os trabalhos específicos para a elaboração da carta consumiram outros três anos e resultaram em 8 unidades geotécnicas, com informações dos muitos problemas do meio físico metropolitano. Destacam-se, como os mais generalizados, a erosão nos solos de alteração, expostos pelas práticas corriqueiras de implantação dos assentamentos urbanos e os correçamentos induzidos em cortes e aterros.

As unidades geotécnicas estão subordinadas aos sistemas de relevo (basicamente declividade e amplitude) e, ainda, à natureza destes materiais (rochas cristalinas e sedimentos da Formação São Paulo e os solos derivados, além dos depósitos recentes das várzeas).

A aplicação deste instrumento, com os 7 manuais decorrentes, tem-se dado a nível das orientações e diretrizes no processo de licenciamento por parte de técnicos do poder público estadual e, também, como fonte de subsídios a estudos em projetos locais.

3.3 Carta Geotécnica do Município de São Paulo

Concebida na escala 1:25.000, com detalhes 1:10.000, como aperfeiçoamento metodológico da referida Carta de Aptidão da RMSP, abrange os 1.500 km² de São Paulo (11.000.000 hab.). Foi executada em 1985 por técnicos do IPT, que aplicaram e aprimoraram a metodologia de investigação orientada também no município vizinho de Itapevi.

As 3 unidades geotécnicas refletem, em primeiro plano, a energia do relevo e, secundariamente, a natureza dos materiais. Tal síntese buscou representar a máxima síntese no volume de informações, realçando o necessário e suficiente para o estabelecimento de diretrizes distintas, capazes de resultar em redução substancial do mau uso do território paulistano.

Elaborada em consonância com o Plano Diretor que se produziu em 1985, o uso desta Carta só torna a ocorrer a partir de 1989, pela incorporação de suas informações essenciais no estabelecimento de intervenções preventivas nas áreas de risco, ocupadas por favelas, e como base física dos termos do atual Plano Diretor do município apresentado pela Prefeitura Municipal.

3.4 Carta Geotécnica de Campo Grande - MS

Elaborada em 1990 por técnicos de vários órgãos estaduais e federais de Mato Grosso do Sul e, principalmente, da Prefeitura de Campo Grande, com a assessoria técnica dos geólogos do IPT/DIGEM, esta carta perfaz os 334 km² que abrangem a área de ocupação urbana, em escala 1:20.000. Suas unidades geotécnicas com expressão geomorfológica refletem, as litologias (e seus solos) e, entre outros, apresentam como principais problemas os efeitos da baixíssima profundidade do nível freático em extensos platôs em arenito intertrapiano (cuja ocorrência perfaz cerca de 30% da área estudada) e a alta suscetibilidade ao desenvolvimento de voçorocas, correspondendo, em particular, às cabeceiras de drenagem, e, em geral, às colinas amplas do arenito Caiuá (terrenos estes que, ao todo, perfazem um outro terço da área estudada).

Prevista como base para a elaboração do Plano Diretor, desde a Lei Orgânica do Município, esta Carta já se acha impressa e amplamente divulgada.

3.5 Carta Geotécnica de Cuiabá - MT

Carta elaborada em 1991 por técnicos da UFMT, com assessoria de geólogos do IPT/DIGEM e com a colaboração de outros órgãos federais e do Estado, em convênio com a Prefeitura. Abrange 430 km², englobando a área de expansão da cidade, na escala 1:25.000, suas 7 unidades geotécnicas espelham, em primeiro plano, a geomorfologia (sistema de relevo) e as perturbações deixadas por atividades econômicas (garimpo) e, em segundo plano, a litologia. Seus principais problemas são os efeitos das cheias do rio Cuiabá e aqueles decorrentes das alterações na geometria do relevo e no escoamento das águas, promovidas pelo garimpo em ocorrências primárias de ouro.

As informações e orientações que constituem a carta incorporam-se ao Plano Diretor Municipal (1991).

3.6 Carta Geotécnica de Jacaréí - SP

Os trabalhos, finalizados em 1991, foram desenvolvidos por equipe da própria Prefeitura Municipal, orientada e coordenada por técnicos do IPT/DIGEM e do DAEE. Sua elaboração partiu do interesse da administração local, em ordenar a ocupação de duas bacias hidrográficas, sob constante pressão para o parcelamento do solo para fins urbanos, industriais e de recreio, bem como a acelerada degradação dos recursos hídricos.

A partir destas necessidades localizadas, estabeleceu-se como meta a elaboração de uma carta trabalhada na escala 1:25.000 e apresentada em 1:100.000, e outra, das bacias priorizadas pelo município, com um nível mais detalhado de informações.

A integração entre órgãos estaduais e municipais permitiu uma aplicação imediata dos estudos, através da agregação de suas diretrizes ao Plano Diretor de Jacaréí. A previsibilidade de comportamento diferenciado das diversas unidades geotécnicas obtidas e as recomendações apresentadas na Carta, constituem-se em elementos fundamentais na elaboração dos instrumentos de planejamento municipal.

3.7 Carta Geotécnica de Petrópolis - RJ

Elaborada em 1991 conjuntamente por técnicos do IPT/DIGEM e da Prefeitura Municipal de Petrópolis, abrange todo o Município, com aproximadamente 800 km².

A escala varia de 1:50.000, voltada para fornecer subsídios ao planejamento global do Município, a 1:25.000 e 1:10.000, onde se destaca o comportamento dos terrenos quanto aos principais problemas relativos ao uso urbano em sua interação com o meio físico, e se estabelecem as diretrizes preventivas e corretivas para o seu enfrentamento.

Os escorregamentos de encostas representam o problema mais grave, apresentando-se de forma localizada ou podendo gerar movimentos de massa de grande porte e poder destrutivo, como as corridas de massa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio de se garantir conjuntamente a qualidade ambiental de vida ao lado do desenvolvimento econômico tem, no manejo da tecnologia, a principal ferramenta para sua superação. De ponta a ponta, a tecnologia é solicitada, hoje, não só na luta para vencer a miséria, mas também, e de forma indissociável, no uso responsável do ambiente.

Após os primeiros e decisivos passos da política ambiental brasileira, que há dez anos vem condicionando a aprovação de novos empreendimentos à questões ambientais, hoje a necessidade inadiável de desenvolvimento econômico exige do meio técnico e científico muito mais do que fundamentos para normas restritivas, apurações de responsabilidades, soluções para danos consumados e demais instrumentos francamente corretivos. Há que se aperfeiçoar os atuais mecanismos de controle, ampliar os instrumentos de prevenção e minimização de agressões ambientais, estabelecer novos meios de cooperação, transferência e adaptação de tecnologia, aprofundando a busca de alternativas ao longo dos processos produtivos. Tal tarefa exige agregação tecnológica de praticamente todos os campos do conhecimento.

A cartografia geotécnica deve refletir a plena contribuição tecnológica das Geociências na avaliação dos problemas existentes, até a formulação das orientações de uso do solo, na medida em que melhor traduza a interação entre as múltiplas solicitações/modificações e o meio físico afetado, suas possibilidades e limitações. Sem pretender substituir estudos específicos e de detalhe, as Cartas Geotécnicas, ao orientarem com clareza as investigações que antecedam novos projetos, já terão cumprido papel de excelência.

BIBLIOGRAFIA

- AVILA, I.G. de et al., 1987. Carta Geotécnica do Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, São Paulo. Anais, São Paulo: ABGE, vol. 2, p. 389-398.
- BITAR, O.Y. et al., 1990. O MEIO FÍSICO EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL. São Paulo, 25 p., il. (IPT, Boletim 56, Publicação nº 1823).
- FERNANDES, A. et al., 1987. Carta Geotécnica da Região Metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, São Paulo. Anais, São Paulo: ABGE, vol. 2, p. 257-265.
- FREITAS, C.G.L. de et al., 1990. Carta Geotécnica do Município de Guarujá: situações de risco nas diferentes unidades homogêneas. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLOGICO URBANO, 1, São Paulo. Anais, São Paulo: ABGE, p. 359-369.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT, 1991. Apoio técnico à elaboração da Carta Geotécnica de Cuiabá-MT. São Paulo, 1 v. (IPT, Relatório, 29.033).
- . 1990. Carta Geotécnica de Campo Grande. São Paulo (IPT, Relatório, 28.710).
- . 1991. Carta Geotécnica do Município de Ubatuba-SP. São Paulo (IPT, Relatório, 28.975).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT, 1984. Levantamento geológico-geotécnico das áreas de encostas do Município de Cubatão - Carta Geotécnica, diretrizes de obras para consolidação dos assentamentos habitacionais. São Paulo, 4 v. (IPT, Relatório, 20.481).
- . 1985. Planejamento de uso e ocupação do solo urbano e rural no Município de Itapevi, São Paulo - Carta Geotécnica. São Paulo (IPT, Relatório, 22.961).
- . 1988. Programa Serra do Mar - Carta Geotécnica da Serra do Mar nas folhas de Santos e Riacho Grande. São Paulo, 1 v. (IPT, Relatório, 26.504).
- . 1985. Subsídios geotécnicos para planejamento urbano - Cartografia Geotécnica do Município de São Paulo; 1:25.000. São Paulo (IPT, Relatório, 21.472).
- . 1984. Subsídios para o planejamento do uso do solo urbano para a recuperação de habitações subnormais e áreas degradadas na Grande São Paulo - Carta geotécnica da Região Metropolitana de São Paulo; 1:50.000. São Paulo (IPT, Relatório, 19.817).
- MATHEWSON, C.C. & FONT, R.G., 1974. Geologic environment: forgotten aspects in the land use planning process. In: THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. Engineering Geology Case Histories, 6-10. Boulder, vol. 2, cap. 10, p. 23-28.
- MATULA, M., 1976. Principles and types of engineering geological zoning. p. 327-336 (Atti della seduta scientifica sul tema la geologia nella pianificazione urbana e territoriale). Memorie della Società Geologica Italiana, 14.
- NAKAZAWA, V.A. & CERRI, L.E.S., 1990. Os escorregamentos ocorridos em Petrópolis-RJ em fevereiro de 1988: ações emergenciais. In: SIMPOSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLOGICO URBANO, 1, São Paulo. Anais, São Paulo: ABGE, Iv., p. 325-333.
- et al., 1991. Cartografia geotécnica: aplicação como pressuposto. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo (no prelo).
- OLIVEIRA, A.L. de (Coord.), 1991. Carta Geotécnica de Campo Grande. SEPLAN/PLANURB, 22 p. + 1 mapa (escala 1:50.000).

- PRANDINI, F.L. et al., 1978. Uma carta geotécnica dos terrenos adjacentes ao canal do Rio Tietê, de Osasco a Guarulhos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2, São Paulo. Anais, São Paulo: ABGE, vol. 1, tema 2, p. 281-296.
- , 1980. Carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente: condicionantes de meio físico para o planejamento da ocupação urbana. São Paulo, 31 p. (IPT. Monografias, 3).
- , 1990. Prevenção e controle de acidentes geológicos no Brasil: perspectivas e estratégias. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo. Anais, São Paulo: ABGE, 1 vol., p. 370-380.
- PRANDINI, F.L.; GUIDICINI, G. & GREHS, S.A., 1974. Geologia ambiental ou de planejamento. (Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre).
- PRANDINI, F.L.; NAZAKAWA, V.A. & FERNANDES, A., 1990. As características e fenômenos do meio físico de interesse para elaboração de Plano Diretor Municipal: o papel da Geologia de Engenharia. (Trabalho apresentado no Seminário sobre o Plano Diretor do Município de São Paulo. São Paulo, 26/09/90).
- PRANDINI, F.L.; NAZAKAWA, V.A. & FREITAS, C.G. de L., 1991. Cartografia Geotécnica nos Planos Diretores Regionais e Municipais. São Paulo, IPT/DIGEM (Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais).
- PRANDINI, F.L.; NAZAKAWA, V.A. & SANTOS, A.R. dos, 1991. Evolução da Política Ambiental - Breves Novas. São Paulo: AGB (Ciclo de Mesas Redondas ECO-92).
- PRANDINI, F.L. & NAZAKAWA, V.A., 1990. O uso urbano do solo e o meio ambiente a natureza dos terrenos. (Trabalho apresentado no Seminário Municipal de Campo Grande e o Plano Diretor: a afirmação da cidadania. Campo Grande, 14 a 16 de dezembro).
- SANTOS, A.R. dos; PRANDINI, F.L. & OLIVEIRA, A. M. dos S., 1990. Limites ambientais do desenvolvimento: geociências aplicadas, uma abordagem tecnológica da biosfera. São Paulo: IBGE, 20 p. (Artigo Técnico).
- SECRETARIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 1989. Carta Geotécnica do Município de Guarujá. São Paulo IPT/IG.
- , 1988. Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo: situações de risco. São Paulo: IPT/IG, 4v.
- SERGEEV, E.M., 1980. Engineering geology and protection of the environment. Bulletin IAEG, nº 22, p. 75-78.