UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**DELINEAÇÃO E APROFUNDAMENTO TEMÁTICO
DA GEOLOGIA DO TECNÓGENO DO MUNICÍPIO
DE SÃO PAULO (As conseqüências geológicas
da ação do homem sobre a natureza e as
determinações geológicas da ação humana em
suas particularidades referentes à precária
ocupação urbana).**

ALEX UBIRATAN GOOSSENS PELOGGIA

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

Examinadores: Prof. Dr. Fábio Taioli

Prof. Dr. Antonio Manoel dos S. Oliveira

Prof. Dr. Lázaro Valentin Zuquette

Prof. Dr. Leandro Eugênio Silva Cerri

SÃO PAULO
1997

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005377

DELINEAÇÃO E APROFUNDAMENTO TEMÁTICO DA GEOLOGIA DO TECNÓGENO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

(As conseqüências geológicas da ação do homem sobre a natureza
e as determinações geológicas da ação humana em suas
particularidades referentes à precária ocupação urbana)

Alex Ubiratan Goossens Peloggia

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

SÃO PAULO
1996

"(...) enquanto existirem homens, a história da natureza e a história dos homens se condicionarão reciprocamente"

(Karl Marx & Friedrich Engels, *A Ideologia Alemã*)

"(...) do ponto de vista ontológico, as fronteiras entre as ciências têm um significado secundário"

(Georg Lukács)

Adendos

Capítulo 1 p.25 nota (4), linha 2. *Leia-se:*

(...) a época do Ciclo do Ouro na região das Minas. Conforme ressalta Salles (1978), "(...) a exploração do ouro à época caracterizou-se por triplo caráter predatório: o manto vegetal e mesmo o solo foram destruídos repetidas vezes, acabando por nos legar o aspecto desolador de muitas regiões anteriormente auríferas". No entanto, devem ser (...)

Capítulo 4 p. 62 linha 1. *Incluir o seguinte texto:*

A CPRM - recentemente intitulada Serviço Geológico do Brasil - denomina de depósitos antropogênicos os sambaquis, aterros, lixões e pilhas de rejeito, englobando-os na categoria de formações superficiais. Estas, por sua vez, são conceituadas como "todos os sedimentos e coberturas residuais gerados no Cenozóico, isto é, materiais desenvolvidos in situ, aluviões, coluviões, formações de origem química, antrópica e lateritas, independentemente de sua espessura, desde que tenham distribuição espacial geográfica significativa" (CPRM, 1996) (grito meu).

Conquanto realmente os depósitos tecnogênicos sejam formações superficiais (estas, a nosso ver, melhor definidas com limitação às porções colúvio-pedogênicas (*solum*) do rególito, não considerando-se as alteritas, no mesmo sentido que colocam Freitas *et al.* (1979), e conquanto seja justa a consideração quanto ao critério de espessura na sua definição), a relação de depósitos elencada pela CPRM restringe-se a alguns tipos de depósitos tecnogênicos construídos, não considerando aqueles de caráter induzido ou modificado, conforme discutimos.

Capítulo 10 p. 181 linha 2 *Leia-se :*

(¹) Os sistemas de relevo, na concepção expressa por Ponçano *et al.* (1979) e Ponçano *et al.* (1981), e utilizada no Mapa Geomorfológico (...)

Capítulo 15 p.226 linha 9. *Leia-se:*

Em nossa área de estudo, as formas de ocupação urbana e apropriação do relevo são mais significativas, em sua generalidade, no tempo e no espaço, na geração de problemas geológicos (...)

Apêndice p. 231 linha 15 *Leia-se :*

(...) súbitas revoluções [da teoria de Cuvier sobre os cataclismas; ver Cuvier, 1945], provocados (...)

Referências Bibliográficas

Incluir as seguintes referências:

CUVIER, G. 1945. *Discurso sobre as revoluções da superfície do Globo e sobre as mudanças que elas ocasionaram no Reino Animal*. São Paulo, Edições Cultura, 320 p.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL 1996. Viabilizando o estudo e a cartografia das formações superficiais. *A Terra em Revista* II (1): 65-66.

FREITAS, R.O.; MEZZALIRA, S.; ODA, G.H.; VIEIRA, P.C.; TÔRRES, C.C.; HACHIRO, J.; TOMINAGA, C.K.; DEHIRA, L.K.; MASSOLI, M.; AZEVEDO, A.A.B.; PRESSINOTTI, M.M.N. (1979). Projeto de Levantamento Geológico de Formações Superficiais. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979, Atas... SBG, Rio Claro, vol.2, p.263-277.

PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, M.A.; PIRES, A.G. NETO; ALMEIDA, F.F.M. 1979. O conceito de Sistemas de Relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979, Atas... SBG, Rio Claro, vol.2, p. 253-262.

SALLES, W.M. 1978. *O Brasil e os minerais: algumas considerações sobre o panorama mineral no Brasil*. São Paulo, Fundação João Moreira Salles, 93p.

Delineação e Aprofundamento Temático da Geologia do Tecnógeno do Município de São Paulo

(As conseqüências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana)

ÍNDICE

Prolegômenos.....	1
A questão metodológica.....	1
Procedimentos e produtos.....	3

Parte I. Fundamentos

Capítulo 1. A ação do homem sobre a natureza enquanto ponto fundamental da Geologia doTecnógeno.....	7
1.1. Introdução.....	7
1.2. A originalidade e a particularidade da ação geológica humana.....	9
1.3. Conseqüências geológicas das ações humanas no meio intertropical úmido do Sudeste do Brasil.....	11
1.4. A especificidade das concentrações urbanas.....	18
1.5. O Período Quinário ou Tecnógeno.....	19
Implicações estratigráficas.....	22
1.6. A Geologia do Tecnógeno e as áreas urbanas.....	23

Capítulo 2. Delineação geológica e geomorfológica do Município de São Paulo	29
2.1. Introdução.....	29
2.2. O enquadramento tectono-estrutural e o estabelecimento da bacia sedimentar terciária.....	30
2.3. Os traços gerais definidores da Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo.....	34
2.4. O embasamento cristalino-cristalofiliano.....	35

Capítulo 3. Linhas Gerais da ocupação urbana no Município de São Paulo	8
3.1. A urbanização brasileira no contexto do desenvolvimento capitalista.....	38
3.2. O processo de ocupação urbana do Município de São Paulo e as características básicas da apropriação do relevo.....	39
Grandes conjuntos habitacionais.....	43
Loteamentos.....	44
Favelas.....	45
3.3. As determinações da apropriação do relevo urbano.....	48

Parte II. Problemas Geológicos da apropriação do espaço urbano

Capítulo 4. A expressão geológica dos depósitos tecnogênicos urbanos: Parte I (particularidades dos depósitos tecnogênicos de encostas).....	60
4.1. Características gerais dos depósitos tecnogênicos.....	60
4.2. As coberturas remobilizadas.....	62
Características geotécnicas.....	63
Estabilidade.....	64
Exemplos do Município de São Paulo.....	65
 Capítulo 5. A expressão geológica dos depósitos tecnogênicos urbanos: Parte II (a transformação das várzeas).....	77
5.1. Introdução.....	77
5.2. A quebra do funcionamento natural dos geossistemas: erosão, assoreamento, aterramentos.....	80
A situação quaternária.....	80
O aterramento das várzeas: a alteração da coluna estratigráfica por depósitos tecnogênicos construídos.....	81
Erosão acelerada e assoreamento: depósitos tecnogênicos induzidos	82
 Capítulo 6. Escorregamentos induzidos relacionados a camadas geológicas superficiais e maciços terciários.....	96
6.1. Camadas superficiais.....	96
Importância geotécnica.....	98
6.2. Problemas de estabilidade de taludes em maciços terciários.....	99
 Capítulo 7. Escorregamentos induzidos em maciços saprolíticos de rochas xistosas e granito-gnáissicas.....	111
7.1. Saprolitos e solos saprolíticos.....	111
7.2. O comportamento geomecânico dos saprolitos de rochas xistosas.....	112
7.3. As estruturas reliquias.....	115
7.4. Geologia Estrutural Aplicada em áreas urbanas: análise da estabilidade de taludes.....	117
7.5. Estudos de casos do Município de São Paulo.....	119
Estabilidade de talude em conjunto habitacional.....	120
Análise e mapeamento de riscos geológicos na favela do Jardim Eliane, Zona Leste do MSP.....	122
Os escorregamentos do Parque Araribá, Campo Limpo, em 1991.....	122
Taludes na favela do Jardim Morro Doce, Jaraguá.....	123
Talude de corte na favela Bueru, Penha.....	124
Escorregamentos planares em taludes de corte do loteamento Jardim Oriental, Zona Sul do MSP.....	125
7.6. Maciços saprolíticos graníticos e granito-gnáissicos.....	125
 Capítulo 8. Situações de risco geológico associadas a depósitos tecnogênicos construídos.....	138
8.1. Introdução.....	138
8.2. Escorregamentos em depósitos de “bota-fora”.....	139
O aterro da favela Nova República.....	139
Aterro “Fazenda da Juta”.....	139
O escorregamento da Vila Madalena em 1983.....	140

8.3. A estabilidade dos aterros urbanos.....	140
8.4. Aterros sanitários e "lixões".....	142
O aterro da Vila Albertina.....	143
8.5. Os depósitos de "bota-fora" de material dragado.....	144

Parte III. Aspectos da aplicação do conhecimento geológico em áreas urbanas: Cartografia Geotécnica

Capítulo 9. Deve haver um método para a Cartografia Geotécnica?.....	153
9.1. A Cartografia geotécnica enquanto disciplina essencialmente aplicada.....	153
9.2. A aplicação ao planejamento urbano e suas limitações.....	154
9.3. Problemas da Cartografia Geotécnica: escala, historicidade, possibilidades.....	158
9.4. Método ou métodos?.....	166

Capítulo 10. A atual Cartografia Geotécnica do Município de São Paulo e suas possíveis aplicações.....	171
10.1. A Carta Geotécnica da Grande São Paulo em 1:50.000 (1985).....	171
10.2. A "Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano" em 1:50.000.....	172
10.3. A Carta Geotécnica do Município de São Paulo em 1:25.000.....	172
10.4. A Carta Geotécnica do Município de São Paulo em 1:10.000.....	175
10.5. Crítica.....	178

Capítulo 11. A concepção de Cartografia Geotécnica em escalas grandes: fundamentos para a recuperação de áreas urbanas degradadas.....	182
11.1. Introdução.....	182
11.2. Procedimentos de Cartografia Geotécnica aplicados às particularidades dos assentamentos espontâneos.....	182
11.3. Cartografia Geotécnica aplicada a projetos de urbanização de favelas no MSP.....	183
11.4. Outras experiências de aplicação da Cartografia Geotécnica em escalas grandes no MSP.....	187
O mapeamento da favela do Jardim Eliane.....	187
O mapeamento do loteamento "Jardim Corisco".....	188

Parte IV. Aspectos da aplicação do conhecimento geológico em áreas urbanas: análise de riscos geológicos

Capítulo 12. Experiências na análise de riscos geológicos urbanos no Município de São Paulo.....	194
12.1. Introdução.....	194
12.2. Aperfeiçoamentos na análise de riscos geológicos urbanos.....	197

Capítulo 13. Considerações sobre o problema da quantificação na análise de riscos geológicos urbanos.....	202
13.1. Introdução.....	202
13.2. Generalização.....	206

Capítulo 14. Sobre o enfrentamento dos riscos geológicos urbanos	209
14.1. Introdução.....	209
14.2. Conhecimento geológico, administração municipal e áreas de risco.....	210
14.3. O Programa de Trabalho em Áreas de Risco da PMSP (1989-1992).....	211
Obras em áreas de risco.....	213
14.4. Considerações sobre a aplicabilidade de planos de defesa civil (quanto a escorregamentos) no MSP.....	214
14.5. O acesso à terra na origem dos problemas relacionados à precária ocupação urbana, e em seu enfrentamento.....	217

Capítulo 16 Considerações Finais.....	226
--	------------

Parte V. Posfácio e Referências Bibliográficas

Posfácio: Sobre o caráter dialético da Geologia: exemplos históricos e sua importância para a Geologia do Tecnógeno.....	229
P.1. Introdução.....	229
P.2. A Geologia e os Rumos das Ciências Naturais nos séculos XVIII e XIX.....	230
P.3. Lyell e a mutabilidade da natureza.....	231
P.4. Novos rumos da Geologia.....	232
P.5. Uma definição de Geologia.....	233
P.6. A ação humana e a Geologia do Tecnógeno.....	235
P.7. Observações finais.....	236

Referências Bibliográficas.....	239
--	------------

Apêndices: Discussões de artigos recentes

Apêndice 1: Discussão do artigo "*A teoria e a prática em geologia e o eterno retorno*", de Carneiro *et al.* (1993)

Apêndice 2: Discussão do artigo "*A influência das estruturas geológicas em instabilidades de taludes em saprolitos - uma abordagem regional*", de Riedel *et al.* (1995).

Advertências

1) As citações efetuadas no texto aparecem entre aspas, e são grafadas em negrito e itálico. Comentários inseridos nas mesmas são grafados em tipo normal e entre chaves.

2) As notas são numeradas e constam do fim do texto de cada capítulo.

3) As fotografias e ilustrações incluídas neste trabalho têm em geral caráter complementar ao texto, sendo incluídas ao fim dos capítulos de interesse respectivo. Em casos especiais são explicitamente referidas no texto, notadamente quando se tratam de estudos de casos específicos.

Abreviações

MSP: Município de São Paulo
PMSP: Prefeitura do Município de São Paulo
RMSP: Região Metropolitana de São Paulo
BSSP: Bacia Sedimentar de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos pelo autor, em primeiro e principal lugar, ao Dr. Miguel A. S. Basei, professor orientador do presente trabalho, e cujo apoio mostrou-se essencial para possibilitar a defesa deste estudo no âmbito do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

No âmbito de seu desenvolvimento acadêmico, até sua defesa, o trabalho contou com significativas contribuições: na forma do relato efetuado pelo Prof. Dr. Leandro E. S. Cerri, do IGCE-UNESP, bem como na forma da arguição do Exame de Qualificação, em 1995, pelos professores Dr. Umberto G. Cordani e Dr. Georg R. Sadowski, do Departamento de Geologia Geral do IG-USP.

Devemos lembrar também a colaboração dos colegas da Prefeitura do Município de São Paulo que, em diversas oportunidades, participaram conosco de investigações de campo e do debate teórico, em particular os geólogos Francisco A. N. da Silva, Harumi Takiya e Luzia H. S. Barros.

Por fim, mas não menos importante, gostaríamos de registrar nosso reconhecimento aos professores e camaradas que mais contribuíram para nossa formação intelectual e científica, desde as cadeiras da graduação do IG-USP, destacadamente os professores Dr. Rômulo Machado, Dr. Mário da Costa Campos Neto, Dr. Cláudio Riccomini, o geólogo Fernando Alves Pires e a historiadora Any Marise Ortega. Esta, particular e significativamente, na temática essencial do presente trabalho.

RESUMO

O cerne da Geologia do Tecnógeno encontra-se, além da consideração do estabelecimento das atividades humanas - e em particular a atividade essencialmente humana, a produção de seus meios de existência - sobre condições de relevos e substratos determinadas, encontra-se na consideração efetiva do homem como agente geológico. E o ponto fundamental que permite tratarmos o homem como tal é a possibilidade de comparação dos efeitos das ações humanas aos efeitos resultantes das causas naturais da dinâmica externa sobre a superfície terrestre, como por exemplo as mudanças climáticas. Tais comparações já têm sido apresentadas por diversos autores, principalmente, em nosso meio, no que diz respeito à erosão acelerada induzida por práticas agrícolas.

Em síntese, a ação humana sobre a natureza tem conseqüências geológico-geomorfológicas referíveis a três níveis de abordagem: na modificação do relevo e alterações fisiográficas (relevos tecnogênicos); em alterações da fisiologia das paisagens (criação, indução, intensificação ou modificação do comportamento dos processos da dinâmica externa); na criação de depósitos superficiais correlativos (depósitos tecnogênicos), ou seja, constituindo-se em marcos estratigráficos. No entanto, a atuação do homem enquanto agente geológico introduz algo essencialmente novo, e que o diferencia de todos os demais tipos de agentes e fatores geológicos: a categoria ontológica trabalho. Enquanto os fatores essencialmente naturais funcionam através de cadeias causais, a ação humana se dá através de posições teleológicas, finalidades, objetivos pré-idealizados (e mesmo que os resultados dessa ação não necessariamente correspondam aos objetivos pré-fixados, e muitas vezes mesmo ao contrário, enquanto resultantes de uma atividade produtiva alienada).

Os depósitos tecnogênicos são correlativos aos processos decorrentes das formas humanas de apropriação do relevo e, devido à originalidade dessa determinação, sua época de existência por decorrência caracteriza um tempo geológico distinto: o Quinário ou Tecnógeno. No entanto, a passagem do Quaternário ao Tecnógeno, do ponto de vista estratigráfico, não é homogênea espacialmente, em decorrência justamente da discrepância temporal (heterocronia) do desenvolvimento e difusão das técnicas pelo planeta e pelas regiões. E é nas áreas urbanas que os processos decorrentes da ação transformadora, socialmente produzida, do homem sobre a natureza se concentram e intensificam. Nas planícies ou encostas do Município de São Paulo, identificam-se processos e depósitos que resultam, não de quebras da

legalidade natural, mas de mudanças de categoria (enquanto formas de existência desses entes naturais), da forma natural para a humanizada.

A complexa história geológico-geomorfológica dos terrenos do Município de São Paulo (MSP), do Pré-Cambriano ao Quaternário, reflete-se na atual configuração de um sistema de colinas esculpidas sobre sedimentos terciários da Bacia de São Paulo, emoldurado por terras altas de relevo amorreado e de serras desenvolvido em terrenos cristalinos estruturados em blocos basculados e escalonados pela tectônica formadora da bacia, ou ainda posterior. Por outro lado, o MSP apresenta uma peculiar correlação entre a história de sua ocupação urbana, as características geológicas e geomorfológicas de seus terrenos e o surgimento de situações de risco associadas a escorregamentos, particularmente aqueles de caráter induzido pela ação humana.

E se, no MSP, as mais graves situações de riscos geológicos relacionam-se não a maciços naturais, mas a depósitos tecnogênicos (aterros de "botafora", coberturas remobilizadas etc.), é certo também que um grande número de situações de escorregamentos, de pequeno porte porém disseminados, e essencialmente de caráter induzido, ocorrem envolvendo colúvios e solos saprolíticos.

Apesar de em geral individualmente pouco expressivas, tais situações podem afetar uma parcela significativa da população pobre residente nas periferias. Dessa forma, neste trabalho são estudados casos de escorregamentos induzidos (envolvendo coberturas tecnogênicas, solos superficiais e maciços saprolíticos), em termos de seus mecanismos, geometria, causas, abrangência e conseqüências, tendo em vista refletir sobre as possibilidades de previsão de comportamento desses maciços, tanto em função do aprimoramento da análise de riscos geológicos quanto à melhor proposição de soluções para suas estabilizações.

Dentre as formas de enfrentamento dos problemas geológicos e geotécnicos urbanos do MSP que têm sido propostas e efetuadas recentemente no Município de São Paulo, destacam-se a cartografia geotécnica, a análise de riscos geológicos em favelas e loteamentos precários, e ainda a proposição de planos preventivos de defesa civil.

No entanto, na atualidade é possível refletir criticamente sobre os caminhos de tal atuação. Ao lado de, admite-se, um inédito desenvolvimento de técnicas e procedimentos de análise de riscos que, apesar de seus problemas, puderam ser aperfeiçoadas por várias contribuições durante todo o período, e da grande abrangência dos diagnósticos e dos mapeamentos efetuados, sérias

dificuldades puderam ser constatadas. Esses problemas se expressam tanto em relação à adequação das técnicas utilizadas aos objetos específicos de estudo e aplicação (o que se ressalta no caso da cartografia geotécnica), como à efetivação das soluções técnicas propostas: a relocação das populações removidas das "áreas de risco", ou as formas rígidas, e nem sempre eficientes, de "consolidação geotécnica" e reutilização das áreas, ou mesmo a reocupação desordenada dessas mesmas áreas e, enfim, ao crescimento do número de situações de risco. Todos esses fatores expressam a insuficiência das ações efetuadas em relação à gravidade da questão.

Tais problemas são explicados, por um lado, pela falta de recursos, pela falta de experiência, pelas deficiências organizacionais do aparelho de estado. Mas também, e principalmente, pela falta de uma análise teórica que apreendesse as causas e pontos fundamentais do surgimento dos problemas geológicos urbanos e das áreas de risco, em seu enraizamento social, e que, através de uma visão de conjunto que não se calcasse somente nas soluções técnicas, procurasse caminhos realmente efetivos para o solucionamento dos problemas geológicos urbanos.

ABSTRACT

The essence of Technogene Geology resides in the effective consideration of the man as geological agent, in addition to the consideration of human activities establishment - and in particular the activity mainly human, the production of its livelihood - regarding certain conditions of relief and substratum. The fundamental point that let us treat the man as such is the comparison of his activities with the resulting effects of natural causes of exogenous processes over the earth surface, for instance the climatic changes. Such comparisons have already been shown by several authors, mainly in respect to the rapid erosion induced by agricultural practices.

In short, the human action over the nature has geological-geomorphologic consequences concerning to three approach levels: in the relief modification and physiographical changes (technogenic reliefs); changes in landscape physiology (creation, induction, intensification or changes in exogenous processes behavior); in the creation of superficial correlative deposits (technogenic deposits), that is to say, setting themselves up as stratigraphical limits. However, the action of the man as geological agent introduces something essentially new, that differentiates him from all other types of agents and geological factors: the ontological labor category. While factors essentially natural happen through causal chains, the human action happens through teleological postures, purposes, objectives previously idealized (even if the results of this action do not necessarily correspond to the preset objectives and many times even otherwise, since such results is a resultant from a productive alienated activity).

Technogenic deposits are linked to processes resulting from human types of relief appropriation, and, due to the originality of this determination, their existence Period characterize a distinct geological age: Quinary or Technogene. However, the Quaternary to Technogene passage, on stratigraphical point of view, is not homogenous, due exactly to temporal discrepancy (heterocrony) on the development and spreading of the technique through the planet and regions. It is in urban areas that the processes resulting from human transformation action over the nature concentrate and intensify. In the alluvial plains or hillsides of the city of São Paulo can be identified processes and deposits, that is a resut not from natural legality rupture but from changes in the category (while patterns of existence of these natural beings) from natural to humanized form.

The city of São Paulo shows a peculiar correlation among the history of its occupation, geological and geomorphologic characteristics of its massifs

and the appearance of risk situations associated to landslides, particularly those induced by human action. On the other hand, its complex geological-geomorphologic history, from Pre-Cambrian to Quaternary, has implications for the current configuration of a Sedimentary Basin framed by highlands with mound relief and mountains developed in crystalline massifs structured in blocks seesawed and staggered by the tectonic mold of the Basin, or even posterior.

If, in the city of São Paulo, the most serious situations of geological hazards are not related to natural massifs, but to technogenic deposits (filled lands, reworked covers etc.), it is also true that a large number of induced landslide situations, related to technogenic deposits or lateritic and saprolitic soils, small-sized but disseminated, can affect a significative portion of the poor population who lives in outskirts. So, in this study, cases of induced landslides are reported, in relation to its mechanisms, geometry, causes, spread and consequences, having in mind reflect about the possibilities of behavior prevision of those massifs.

The resolution of these problems was made by several means at recent times. However, nowadays it is possible to think critically about the ways of such acting. Beside an unprecedented recent development on techniques and procedures of risk analysis which, in spite of its problems, were continually improved by several contributions during the whole period, and by the great spread of the geotechnical mapping and risk diagnostics, serious difficulties were noticed. These problems express themselves as much regarding the replacement of the removed population, or in relation to rigid forms, and not always efficient, of "geotechnical consolidation" and re-using of the areas, as even the disorganized reoccupying of the same areas and, finally, to the persistent increase on the number of geological hazards. All these factors express the inadequacy of the action carried out regarding the problem seriousness.

Such problems are explained, on the one hand, by the lack of resources, lack of experience and deficiency on the state organization. But also, and mainly, by the lack of a theoretical analysis which learnt the causes and fundamental points of the appearance of geological problems and hazard areas in its social root, and that it looked for steps really effective to the solution of the problem, through an overall view not based only in technical solutions.

RESUMÉ

Le cerne de la Géologie du Technogène c'est l'activité humaine - la production des moyens d'existence des hommes - sur des conditions relatives à reliefs et substrats déterminés, et se trouve aussi dans la considération de l'homme comme agent géologique. Le point fondamental que nous permet de considérer l'homme comme tel est la possibilité de comparaison entre les effets des causes naturelles de la dynamique externe sur la surface terrestre, comme p. ex., les changements climatiques, et l'action humaine.

Telles comparaisons ont déjà été présentées par plusieurs auteurs, surtout dans notre milieu, en se rapportant au thème de l'érosion induite par des pratiques agricoles.

En résumé, l'action humaine sur la nature détermine conséquences géologiques et géomorphologiques que nous pouvons vérifier en trois niveaux d'abord: des modifications du relief et changements physiographiques (des reliefs technogéniques); des altérations de la physiologie des paysages (création, induction, intensification ou changement du comportement des processus de la dynamique externe); la création des dépôts superficiels corrélatifs (des dépôts technogéniques), que se changent en jalons stratigraphiques. Néanmoins, l'action de l'homme comme agent géologique introduit un élément essentiellement nouveau et que lui différencie de tous les autres d'agents et des facteurs géologiques: la catégorie anthropologique travail. Tandis que les facteurs essentiellement naturels fonctionnent à travers des chaînes causales, l'action humaine se donne à travers des positions téléologiques, finalités, objectifs pré-conçus.

Les dépôts technogéniques sont corrélatifs aux processus qui découlent des manières humaines de l'appropriation du relief et, par conséquent, son époque d'existence caractérise une période géologique distincte: le Quaternaire ou Technogène. Toutefois, la transition du Quaternaire au Technogène, sous l'angle de la stratigraphie, n'est pas homogène dans la surface de la Terre, en conséquence de la différence temporelle du développement et de la diffusion des techniques autour du globe et des régions.

C'est dans les zones urbaines que les processus qui découlent de l'action transformatrice, socialement produite, des hommes sur la nature se concentrent et s'intensifient. Dans les plaines et versants de la Ville de São Paulo, nous pouvons identifier des processus et dépôts qui ne se découlent pas de causes de la géologie naturelle, mais des changements de catégorie (comme manière d'existence des êtres naturels), de la forme naturelle envers humaine.

La complexe histoire géologique et géomorphologique des terrains de la Ville de São Paulo, depuis le Précambrien au Quaternaire, est reflète dans l'actuelle configuration d'un système de collines sculptées sur des sédiments tertiaires du Bassin du São Paulo, encadrées par des terrains cristallins organisés en blocs gîtés et écaillés par la tectonique formatrice du bassin, ou encore postérieur. Par ailleurs, la Ville de São Paulo présente une corrélation originale entre l'histoire de sa occupation urbaine, les caractéristiques des risques géologiques associées aux glissements, notamment lesquels induits par l'action humaine.

Et, si dans la Ville de São Paulo les plus graves situations de risque géologique ne se rapportent pas aux massifs naturels, mais si aux dépôts technogéniques, c'est correct affirmer qu'un grand nombre de situations de glissements de petite taille et qui sont très diffusés, et essentiellement de caractère induit, ont lieu et se rapportent à des sols saprolitiques et colluvionnaires.

Malgré en général peu expressives, telles situations peuvent affecter une parcelle significative de la population pauvre qui habite dans les faubourgs et bidonvilles. Ainsi, dans cette étude sont analysés des cas de glissements induits, en regardant ses mécanismes, géométrie, causes, et conséquences, où nous avons pour but penser sur les possibilités de prévision du comportement des massifs, en fonction du perfectionnement de l'analyse des risques géologiques et à mieux assertion des solutions pour ses stabilisations.

Parmi les formes de résolution des problèmes géologiques et géotechniques urbains dans la ville de São Paulo, se dégagent la Cartographie Géotechnique, l'analyse des risques géologiques aux bidonvilles et lotissements précaires, et aussi l'assertion de plans préventifs de défense civile.

Néanmoins, dans l'activité se fait possible penser critique sur les chemins de telle action. À côté de, admettons nous un inédit développement des techniques et des procédés d'analyse de risques qui, malgré ses problèmes, ont pu être perfectionnés par plusieurs apports pendant toute la période, et de la grande dimension des diagnostics et de la cartographie effectués, grands difficultés ont pu être enregistrées. Les problèmes s'expriment, par rapport à l'adéquation des techniques utilisées aux objets spécifiques d'étude et d'application, tel que à la matérialisation des solutions techniques présentées: la transfert des populations déplacées des zones de risque, ou les manières rigides, et pas nécessairement toujours efficaces, de stabilisation et réutilisation de ces zones, et enfin à la croissance du nombre des situations de risque.

La totalité de ces facteurs exprime l'insuffisance des actions réalisées. Tels problèmes sont expliqués par plusieurs facteurs: la déficience des recours, la manque d'expérience, les déficiences d'État. Mais, aussi, essentiellement, par la manque d'analyse théorique qu'apprenne les causes fondamentales d'émergence des problèmes géologiques urbains et des zones de risque, à travers d'une vision de la totalité que ne se limite pas a las réponses techniques, mais que cherche une voie vraiment effective pour la résolution des problèmes géologiques urbains.

PROLEGÔMENOS

A ação do homem sobre a natureza, mediatizada pela atividade produtiva, tem produzido efeitos geológicos (entendidos em sentido amplo, geomorfológico inclusive) que se acumulam em quantidade e se diversificam em qualidade, a ponto de ter sido proposta a designação de um novo período geológico para caracterizar tal época: o Quinário ou Tecnógeno. A Geologia do Tecnógeno concentra-se, então, no estudo dos produtos (depósitos e feições, ditos tecnogênicos) gerados diretamente ou influenciados pela atividade humana, mas também de seus processos geradores específicos, estes que atuam sobre maciços e relevos pré-existentes assim como sobre os próprios depósitos tecnogênicos. E é nas concentrações urbanas que tal ação modificadora do homem sobre a natureza, por assim dizer, geológica, se amplia e diversifica, ganhando imediato interesse prático em função de afetar, direta e imediatamente, a vida de grandes quantidades de seres humanos.

Nosso objeto de interesse no presente estudo é a Geologia do Tecnógeno tal qual se apresenta em suas particularidades no Município de São Paulo, abrangendo em especial as consequências geológicas da ação humana, e os condicionantes geológicos dessa ação, no que se refere às áreas de precária ocupação urbana. Dessa forma limitamos propositadamente nosso campo de trabalho para tratar de assuntos relacionados à ocupação de encostas e várzeas e à origem de depósitos tecnogênicos - depósitos geológicos de origem remota ou diretamente relacionada à atividade humana -, assim como das consequências dessas determinações para a aplicação prática do conhecimento geológico no Município. Assuntos de relevância para o estudo geológico de áreas urbanas, tais como o comportamento e a contaminação dos aquíferos, ou a relação entre a atividade minerária e a ocupação urbana, ou outros ainda, não são tratados. Alguns assuntos específicos são tratados *en passant*, como é o caso dos aterros sanitários, caso especialíssimo de depósito tecnogênico.

A questão metodológica

Partimos dessa maneira em nosso estudo de uma concepção de conjunto, ainda abstrata, mas razoável naquele momento, e que dava conta que a interação entre as atividades humanas e os processos originais do meio "natural" levava à configuração de uma realidade original e de expressivas consequências geológicas. Nosso procedimento consistiu então em buscar os modos específicos como tal situação se expressa, de modo a permitir, pelo caminho inverso, a concretização da noção original.

Objetivamos, assim, caracterizar nossos objetos de interesse enquanto categorias definidas e interrelacionadas em um determinado período de tempo, mas também compreender a modificação e desenvolvimento dessas mesmas categorias em outras, bem como das relações entre elas.

Deve ser ressaltado que não partimos em nosso trabalho de nenhum "método", no sentido gnóstico-epistêmico, estabelecido *a priori*. Ao contrário, nossos procedimentos buscaram sempre a apreensão do comportamento particular das diversas categorias geológicas tratadas, naturais ou humanizadas, em seu funcionamento real observado através de situações singulares. Os resultados desses procedimentos, sejam observações próprias ou fundamentados no conhecimento anteriormente acumulado, propiciaram que, através da abstração teórica, fosse possível construir uma visão de conjunto concretizada que englobasse e explicasse as particularidades, permitindo, pelo caminho inverso, a reavaliação dos objetos de estudo segundo uma visão crítica e globalizadora. Conforme Lukács (1978), *"a ciência autêntica extrai da própria realidade as condições estruturais e as suas transformações históricas e, se formula leis, estas abraçam a universalidade do processo, mas de um modo tal que deste conjunto de leis pode-se sempre retornar - ainda que freqüentemente através de muitas mediações - aos fatos singulares (...). É precisamente esta a dialética concretamente realizada de universal, particular e singular"*.

No decorrer desse caminho entre o particular, o geral e novamente o particular, hipóteses foram levantadas e confirmadas ou revisadas, ou mesmo destruídas, e procedimentos seguidos, modificados ou consolidados. Da mesma forma, pressupostos foram descartados ou confirmados.

No entanto, deve ficar claro desde já que nosso método de pesquisa não corresponde ao método de exposição formal. Conforme Marx, no posfácio da segunda edição de "O Capital", *"a pesquisa tem de captar detalhadamente a matéria, analisar as suas várias formas de evolução e rastrear sua conexão íntima. Só depois de concluído esse trabalho é que se pode expor o movimento real"* (Marx, 1988). Deve ser ressaltado portanto que a exposição que se segue representa um produto acabado e literariamente preparado, mas no qual poderão ser identificados, pelo leitor atento, os passos percorridos em sua elaboração. Assim, efetivamente, considerações de caráter metodológico permeiam, implícita ou explicitamente, diversas passagens da obra.

Procedimentos e produtos

Nossas fontes de informação foram diversificadas, iniciando-se pelo relativamente vasto material publicado existente sobre a Geologia, a Geomorfologia e a Geotecnia do Município de São Paulo, e assim como não poderia deixar de ser, aquele referente às particularidades históricas e condicionamentos sócio-econômicos de sua ocupação urbana. A esse material somou-se uma grande quantidade de dados inéditos referentes a relatórios técnicos e investigações de sub-solo realizados no âmbito da Prefeitura do Município de São Paulo e, por fim, os dados pessoais resultantes das investigações do autor, realizadas a partir de 1991.

Nossas investigações na área de estudo utilizaram procedimentos geológicos conhecidos e de uso corrente, não sendo necessário aqui discorrer em pormenores sobre eles. Em suma, as atividades efetuadas podem ser diferenciadas nos seguintes grupos:

- Descrição das características de diversos maciços, naturais ou de origem humana, através da observação de campo e dados de sondagens e outras investigações geotécnicas;
- Investigação de diversas ocorrências de movimentos de massa - escorregamentos de natureza diversa -, buscando entender o comportamento dos fenômenos em função de seus fatores condicionantes e das características particulares dos maciços, via de regra transformados pela ocupação;
- Realização de análises de riscos geológicos em vários locais de precária ocupação urbana, notadamente favelas e loteamentos irregulares;
- Realização de diversos perfis geológicos, baseados em observações de campo e investigações geotécnicas de sub-superfície, em áreas de encostas ou planícies do Município de São Paulo.

O trabalho divide-se em quatro partes fundamentais, assim diferenciadas em função dos temas centrais a que se referem.

Assim, a primeira parte trata de posicionar nosso tema de interesse dentro de uma visão teórica de conjunto, no que se refere à ação do homem sobre a natureza, as características geológicas do Município de São Paulo e de seu processo de ocupação urbana. Como passo fundamental para o enquadramento de nosso estudo, em termos geocientíficos, foi caracterizada a ação do homem como agente geológico, em suas amplas possibilidades, e as consequências dessa ação no registro estratigráfico, já agora concentradas na

região do Município de São Paulo. Ação transformadora essa e suas conseqüências necessariamente contextualizadas dentro das próprias transformações da sociedade humana, e em decorrência de seu inter-relacionamento com a natureza, entendida como a base fundamental sobre a qual se colocam todas as ações humanas. Preocupamo-nos em expor, desde o princípio, a linha teórica à qual nos filiamos.

A segunda parte refere-se a estudos específicos realizados sobre os problemas geológicos da apropriação do relevo no espaço urbano do Município de São Paulo, anteriormente descrito, destacando-se os temas dos depósitos tecnogênicos, e mais especificamente sua expressão geológica nas planícies e encostas paulistanas, e dos escorregamentos induzidos. É neste bloco que ficam caracterizadas as formas essenciais da substituição dos processos naturais por processos geológicos marcadamente influenciados pela ação humana, a contínua transformação da natureza pré-humanizada.

Por sua vez, a terceira e a quarta partes da obra discutem criticamente, tendo como referência as considerações realizadas nas duas partes precedentes, alguns dos aspectos principais da aplicação do conhecimento geológico em áreas urbanas, em termos de seus fundamentos, métodos, procedimentos e possibilidades, e especificamente em nossa área de estudo: a Cartografia Geotécnica e a análise de riscos geológicos urbanos.

Por fim, devemos ressaltar que o presente estudo constitui um reflexo do conhecimento sobre o assunto como se apresenta no momento, e de acordo com as possibilidades de reflexão que foram propiciadas ao autor, seja por sua própria formação e experiência, seja pelo acúmulo de conhecimento anteriormente desenvolvido na forma de dados brutos ou na de análises mais aprimoradas. Dessa forma, espera-se que, com o aumento das investigações sobre o tema e com a própria evolução da realidade, nossas proposições sejam utilizadas, debatidas e criticadas pelos autores que nos seguirem.

Nas palavras de Lukács (1978), "(...) é preciso sublinhar (...) precisamente o caráter aproximativo da ciência. De fato, o processo de tal aproximação é essencialmente ligado à dialética de particular e universal: o processo do conhecimento transforma ininterruptamente leis que até aquele momento valiam como as mais altas universalidades em particulares modos de apresentação de um universalidade superior, cuja concretização conduz muito freqüentemente, ao mesmo tempo, à descoberta de novas formas da particularidade como mais próximas determinações, limitações e especificações da nova universalidade tornada mais concreta. Esta última, portanto, no materialismo dialético, não pode jamais fixar-se como sendo o coroamento definitivo do conhecimento (...)".

Ou ainda, conforme Lênin (citado por Hahn & Kosing, 1983), *“o conhecimento é a eterna, infinita aproximação do pensamento ao objeto. O reflexo da natureza no pensamento do homem deve ser compreendido não de forma “morta”, não de forma “abstrata”, não sem movimento, não sem contradições, mas num eterno processo de movimento, de aparecimento de contradições e da sua solução”*.

PARTE I
FUNDAMENTOS

CAPÍTULO 1

A ação do homem sobre a natureza enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno

1.1.Introdução

De forma breve pode ser dito que a ação humana sobre a natureza tem consequências geológico-geomorfológicas referíveis a três *níveis de abordagem* (tomando como referência as proposições metodológicas de Ab'Saber, 1969a):

1. Na modificação do relevo e alterações fisiográficas (por exemplo, padrões de canais fluviais, terraplanagem, surgimento de voçorocas e áreas erodidas, áreas mineradas etc.). Ter-Stepanian (1988) refere-se a tais efeitos como *"novos tipos de relevo tecnogênico"*; Fanning & Fanning (1989) chamam de *"superfícies decapadas"* (*scalped land surfaces*) as paisagens resultantes da ação do homem como agente geomórfico.

Em relação à classificação taxonômica das formas do relevo estabelecida por Ross (1992), as formas decorrentes de processos gerados ou induzidos pela atividade humana (processos tecnogênicos) corresponderiam essencialmente ao sexto taxon, o qual engloba *"as formas menores produzidas pelos processos atuais ou por depósitos atuais. (...) as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bacias de sedimentação atual, assoreamentos (...) frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem"*, ou *"às pequenas formas do relevo que se desenvolvem por interferência antrópica ao longo das vertentes"* (Ross, 1992). No entanto, é possível relacionar as consequências da ação humana ao quinto taxon (formas de vertentes contidas em cada forma do relevo: encostas terraplanadas e mineradas, aterros) e mesmo ao quarto taxon (formas de relevo individualizadas dentro de cada unidade morfológica: é o caso das planícies fluviais aterradas e dos morrotes artificiais, como os grandes aterros sanitários). Na opinião de Abreu (1982), *"(...) em muitos casos a dinâmica atual dos processos morfoesculturais está na dependência direta da sua ação [do homem], que se torna visível já na escala de 1:200.000"*.

2. Em alterações na fisiologia das paisagens (os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, em sua plena atuação, conforme a conceituação de Ab'Saber, 1968 e 1969a): criação, indução, intensificação ou modificação do comportamento de processos da dinâmica externa (incremento da erosão e da carga sedimentar correlativa, escorregamentos em geral, infiltração e escoamento, drenagem pluvial e fluvial, taxas de sedimentação,

fluxos subterrâneos etc), de porte comparável aos resultantes de variações climáticas ou dos efeitos dos movimentos tectônicos; nas áreas urbanas, resultando em uma outra organização da fisiologia da paisagem criada pelo construtivismo. Conforme já observava o autor citado, *"evidentemente, variações sutis de fisiologia podem ser determinadas por ações antrópicas predatórias, as quais na maior parte dos casos são irreversíveis em relação ao "metabolismo" primário do meio natural"* (Ab'Saber, 1969a).

3. Na criação de depósitos superficiais correlativos ⁽¹⁾ comparáveis aos quaternários (os depósitos tecnogênicos ou, como pode ser encontrado na literatura norte-americana, solos influenciados pelo homem - *man-influenced soils*): aterros, depósitos de "bota-fora", coberturas remobilizadas, depósitos de assoreamento), os quais vão se constituir em marcos estratigráficos. Este caráter é indiretamente ressaltado por Fanning & Fanning (1989): *"Do ponto de vista de gênese dos solos, a destruição e formação de solos pelo homem, pela grande manipulação física dos materiais terrosos, são eventos catastróficos que criam novos pontos de partida para a formação dos solos"* (tradução e grifo meus).

O soviético Ter-Stepanian (1988) estabelece um quadro de correlação entre processos naturais (no caso a ação de fatores geológicos) e tecnogênicos (ação do homem neolítico e moderno), da qual nos interessa ressaltar alguns processos exógenos (adaptação e tradução minhas):

- intemperismo físico: desmonte de rochas em minas e construções;
- formação de relevo: modificação do relevo pela atividade minerária e construtivismo;
- denudação: escavações e transferência de solos;
- acumulação subaérea: aterramentos;
- erosão fluvial e acumulação subaquosa: mudanças na distribuição de depósitos fluviais por estruturas hidráulicas;
- formação de meandros (padrões fluviais em geral): retificação de rios;
- formação de escorregamentos, quedas de blocos e corridas de lama em processos denudacionais de vertentes: formação de escorregamentos, quedas e corridas devido a pressões neutras, escavações e sobrecarregamentos de taludes e encostas;
- sedimentação: formação de depósitos tecnogênicos.

Em complementação à síntese de Ter-Stepanian, resta talvez acrescentar dois fenômenos: o primeiro, por assim dizer, semi-endógeno, trata-se dos sismos induzidos, ou seja, os casos de terremotos provocados pela construção de represas e outras obras de engenharia, escavações mineiras ou injeções de água e resíduos líquidos em camadas profundas (UNESCO, 1976;

ver, por exemplo, Torres *et al.* (1995) para exemplos brasileiros); o segundo é a recarga artificial dos aquíferos através dos vazamentos dos sistemas de adução de água e afastamento de esgotos.

1.2. A originalidade e a particularidade da ação geológica humana

Deve ser ressaltado que a atuação do homem como agente geológico apresenta um caráter essencialmente novo, e que o diferencia de todos os demais tipos de agentes e fatores geológicos, em sua ação sobre a natureza (esta tornando-se então uma natureza transformada).

Um necessário e suficiente esclarecimento sobre esta questão pode ser buscado na análise de Mészáros (1981) acerca da teoria marxiana da alienação: *"Para uma compreensão da 'essência humana da natureza, ou essência natural do homem', o conceito de 'atividade produtiva' (ou 'indústria' - que passamos a usar, pela sua brevidade) é de importância crucial. A 'indústria' é ao mesmo tempo a causa da crescente complexidade da sociedade humana (criando novas necessidades ao mesmo tempo que satisfaz outras mais antigas: 'o primeiro ato histórico é a produção de novas necessidades') e o meio de afirmar a supremacia do homem - como 'ser universal' que é ao mesmo tempo um 'ser específico' - sobre a natureza. (...) Assim, Marx retrata a relação entre o 'homem' (H), a 'natureza' (N) e a 'indústria' (I) na forma de uma interação tríplice entre suas partes constituintes. Isso pode ser ilustrado da seguinte maneira:*

Como podemos ver, temos no caso uma reciprocidade dialética (...) entre os três membros dessa relação, o que significa que o "homem" não é apenas o criador da indústria, mas também seu produto. Da mesma forma, ele é ao mesmo tempo produto e criador da "natureza verdadeiramente antropológica" - acima de tudo em si mesmo, mas também fora de si, na medida em que deixa sua marca sobre a natureza. E como a relação entre o homem e a natureza é mediada através de uma forma alienada de atividade produtiva, a "natureza antropológica" fora do homem traz as marcas dessa alienação de forma cada vez mais acentuada (...)".

Chasin (1995) reafirma essas conclusões ao escrever que "(...) Marx rompe com a concepção excludente entre natureza e sociedade, pondo em primeiro plano o metabolismo humano-societário que as relaciona, no qual a primeira se apresenta como plataforma natural, que a sociabilidade transforma sem cessar em sua auto-edificação cada vez mais puramente social, consumando o progressivo "afastamento das barreiras naturais", que tipifica o auto-engendramento do ser humano, no sentido da presença necessária, mas não determinante da natureza na infinitude intensiva e extensiva dessa entificação"

Deve ser ressaltado que em decorrência da ação humana não há quebras da legalidade natural (uma vez que as leis naturais não têm caráter histórico), mas mudanças de categorias (enquanto formas de existência) dos entes naturais, para a forma humanizada (5). Conforme Lukács (s/d): "(...) o homem que trabalha pode inserir as propriedades da natureza e suas leis de movimento no interior de combinações inteiramente novas, pode emprestar a elas novas funções, novos modos de operar. Todavia, dado que esse processo só se pode realizar no interior de leis naturais irrevogáveis, a única modificação das categorias naturais pode consistir apenas no seguinte: que essas categorias - em sentido ontológico - passam a ser colocadas [enquanto finalidades]: esse fato de serem colocadas é mediatizado pela subordinação delas ao agir finalístico que é determinante e que é, ao mesmo tempo, o meio através do qual, a partir da interação de causalidade e teleologia, surge um objeto, um processo, etc., unitários e homogêneos". Explica em outras palavras o mesmo Lukács (in Holz et al., 1969): "Uma das características essenciais da posição teleológica consiste na sua capacidade de deixar interagir, com a ajuda do conhecimento dos ordenamentos causais, estes mesmos ordenamentos causais da natureza numa outra combinação, diversa daquela que se realizaria caso não existisse a posição teleológica: os nexos causais, porém, só podem ser conhecidos e utilizados, mas não mudados". As mesmas considerações a respeito da legalidade do objeto são feitas por Chasin (1995), ao tratar que "(...) a natureza desta não muda ao ser acionada pelo sujeito, mas o modo e a direção em que é posta a funcionar dependem, inteiramente, da iniciativa deliberada daquele, sem a qual nenhuma transformação do tipo pode se verificar".

Ainda conforme Lukács (1979a): "O homem que trabalha utiliza as propriedades mecânicas, físicas e químicas das coisas, a fim de fazê-las atuar como meios para poder exercer seu poder sobre outras coisas, de acordo com sua finalidade. Os objetos naturais, todavia, continuam por ser em si o que eram por natureza, na medida em que suas propriedades, reações, vínculos etc., existem objetivamente, independentemente da

consciência do homem; e tão somente através de um conhecimento correto, através do trabalho, é que podem ser postos em movimentos (...)". Dessa forma, não é correto afirmar que o homem "introduz finalidades" na natureza, como quer atribuir Frederico (1995) ao pensamento marxista, mas sim que a relação homem-natureza é mediatizada através de posições teleológicas (tomadas de decisão entre alternativas). Nas palavras de Lukács (in Holz et al., 1969): *"a natureza (tanto a natureza orgânica quanto a inorgânica) se desenvolve segundo a sua própria dialética e se realiza independentemente das posições teleológicas do homem"*.

Ter-Stepanian (1988) apreende tal particularidade da ação humana ao identificar a mudança fundamental que fará do homem pré-histórico um agente geológico diferenciado: a transição da apropriação dos alimentos à agricultura e criação pecuária, isto é, à produção de alimentos, no processo conhecido como Revolução Neolítica. Isto já se encontra determinado em Engels (1991), na *"Dialética da Natureza"*, para o qual a atividade essencial dos homens, que os leva da animalidade à humanidade e constitui o fundamento material de todas as suas atividades, é a produção de seus meios de existência. E é pela produção que o homem exerce sua ação transformadora sobre a natureza, modificando-a e criando para si novas condições de existência. Ao mesmo tempo que sofre a ação poderosa da natureza, age sobre ela, aproveitando-lhe as possibilidades, tirando-lhe as vantagens, suprimindo-lhes os obstáculos, adequando-a às finalidades humanas. Em suma, humanizando-a.

1.3. Consequências Geológicas das Ações Humanas no meio intertropical úmido do Sudeste do Brasil

O ponto fundamental que permite reconhecermos o homem como agente geológico é a possibilidade de comparação dos efeitos das ações humanas aos efeitos resultantes de causas naturais da dinâmica externa sobre a superfície terrestre, como por exemplo as mudanças climáticas ou, como o faz Watson (1983), à atividade orgânica: *"o advento das sociedades industriais humanas tem trazido mudanças análogas àquelas iniciadas nos tempos paleozóicos pela evolução dos metazoários formadores de rochas ou no Paleozóico tardio pelo aparecimento das floras terrestres avançadas"*.

No nosso meio, comparações entre os efeitos naturais e de origem humana já têm sido apresentadas por vários autores, sob diferentes aspectos, mas principalmente no que diz respeito à erosão acelerada induzida por práticas agrícolas; faz-se necessário portanto recorrer a tais observações para prosseguirmos e fundamentarmos nossa análise. Conquanto esta digressão em alguma extensão repise caminhos já trilhados, devemos insistir em sua

importância: nas palavras de Goethe (em "Afinidades Eletivas"), "soa mal, na verdade, ouvir-se a explicação de alguma coisa, que por si só se compreende, mas somente quando concordamos completamente como o conhecido, é que podemos avançar para o desconhecido". Vejamos:

"No domínio dos 'mares de morros' e paisagens correlacionadas, do Sudeste e Centro-Sul do País, registram-se os maiores problemas de erosão dos solos e lesionamento da paisagem de todo o Brasil". [Em um processo que se inicia com a retirada da cobertura vegetal de grandes setores dos morros, sobretudo a partir da introdução da cafeicultura] /.../ "Muitos fatores respondem por esta fragilidade do suporte geológico regional: o caráter rugoso e mamelonizado da topografia dos morros, a profunda e quase universal decomposição das rochas cristalinas (granitos, gnaisses, xistos) e, sobretudo, a existência de uma cobertura vegetal primária, densa e contínua. /.../ Um tal quadro paisagístico, sujeito a uma evolução integrada completa, comportou sempre um paradoxo: tratava de um quadro natural típico de biostasia e, entretanto, permanentemente sujeito às ameaças de uma resistasia antrópica (2). Mais do que qualquer outro domínio morfoclimático e fitogeográfico, esta foi a área menos resistente às ações antrópicas predatórias, imediatistas e pouco racionais" (Ab'Saber, 1977).

Uma constatação semelhante, em essência, já havia sido feita por Engels há mais de 100 anos: *"Aos agricultores espanhóis, estabelecidos em Cuba, que queimaram as matas nas encostas das montanhas (tendo conseguido, com as cinzas daí resultantes o adubo suficiente para uma só geração, para cafeeiros muito lucrativos), que lhes importava o fato de que, mais tarde, os aguaceiros tropicais provocassem a erosão das terras que, sem defesas vegetais, transformaram-se em rocha nua? /.../ Os italianos dos Alpes, quando devastaram na sua vertente Sul, os bosques de pinheiros, tão cuidadosamente preservados na vertente Norte, (...) menos ainda suspeitavam que assim estavam eliminando a água das vertentes da montanha durante a maior parte do ano e que, na época das chuvas, seriam derramadas furiosas torrentes sobre as planícies" (Engels, 1991).*

Este caráter descrito por Engels é destacado por Tricart (1956). Conforme o geomorfólogo francês, o desenvolvimento do capitalismo, ao introduzir na agricultura a noção de lucro imediato, ao dar à economia rural uma forma especulativa, produzirá mudanças nunca antes vistas: *"Nos países novos, a instalação dos [colonizadores] brancos é traduzida por uma onda de morfogênese antrópica de uma rara violência. Formam-se ravinas, que corroem as vertentes e os terraços aluviais. Acumulações de lama entulham os fundos de vale. A terra cultivada se estraga quase que*

irremediavelmente (...). Toda uma morfogênese antrópica surge, a qual esculpe as formas de detalhe na massa geral do relevo. /.../ Dessa morfogênese antrópica, importa conhecer suas leis: ela depende, em uma fraca medida, das particularidades locais do solo e do clima e, numa medida bem maior, das formas de produzir" (Tricart, 1956, tradução e grifos meus). Cailleux & Tricart (1956) desenvolvem o mesmo tema: "A ação do homem desempenha freqüentemente um papel determinante na morfogênese atual, em função das modificações consideráveis que imprime à biosfera. Existe ainda toda uma série de formas antrópicas, desenvolvidas em consequência de uma ruptura de equilíbrio do meio natural desencadeada pelo homem. Elas variam em uma certa medida em função da zonalidade, mas não de uma maneira predominante, porque a ação do homem foi até aqui principalmente destrutiva. /.../ Também depende das formas técnicas e sociais de organização da produção ainda mais que do clima. A morfogênese antrópica tem sua dinâmica própria." (tradução e grifo meus).

Suguo & Bigarella (1990), ao tratarem dos ambientes fluviais de sedimentação, escrevem que "toda vez que o homem interfere na paisagem, surgem desequilíbrios mais ou menos graves. Dos fatores (...) referidos [condições climáticas, natureza do substrato, cobertura vegetal, gradiente], o homem pode atuar de maneira muito significativa na cobertura vegetal. O uso do solo e o desmatamento desenfreado vêm causando sérios problemas que tendem a agravar-se com o tempo". Em áreas urbanas, e portanto em escalas de análise maiores e bacias mais restritas, a atuação se dá também no fator substrato (terraplenagem intensa, retirada do solo superficial), gerando aumento de carga dos caudais pela erosão acelerada. Sendo a declividade de um rio função da quantidade e textura dos detritos ou carga, a alteração dessa quantidade, resultante de incrementos erosivos, mantida a declividade, leva portanto ao assoreamento, acarretando a mudança do padrão fluvial (por exemplo, de meandrante a anastomosado ("*braided channels*"), bem como na capacidade de escoamento do vale) como reação de adaptação às novas condições. Mais ainda: em áreas urbanas, a mudança do padrão fluvial se dá, além de consequência induzida, por intervenção humana direta: retificação e canalização.

Deve ser ressaltado que o homem produz efeitos geológicos agindo de forma direta ou indireta. Talvez o melhor exemplo da última possibilidade sejam os fenômenos de deslizamentos por *avalanche débris* na Serra de Paranapiacaba (Estado de São Paulo), em janeiro de 1985, analisados por Ab'Saber (1987):

"Após duas décadas de poluição aérea, por gases e particulados, através de uma marcha cumulativa e incontrolada, a vegetação da Serra de Paranapiacaba foi atingida em cheio por processos de degradação e fenecimento diferenciais. Trata-se de um dos exemplos mais dramáticos de perturbação local do ciclo hidrológico em um setor de escarpas tropicais, sujeito a um mecanismo de fortes chuvas orográficas. /.../ O caráter catastrófico das ocorrências esteve ligado a processos hidrometeorológicos, movimentos de massas de solos, regolito e biomassa vegetal; e, por fim, a processos hidrológicos, acompanhados de transporte e sedimentação fluviais, anômalos" (grifos meus).

É justamente esse caráter original que nos interessa destacar: "Existe uma grande diferença entre o modelo natural de escorregamentos detectados ao longo da Serra do Mar - desde a época da construção da Via Anchieta [ver por exemplo Vargas, 1981] - e o modelo de avalanches detríticas ocorridas na Serra de Paranapiacaba. Os escorregamentos reconhecidos na "meia-serra" superior e na "meia-serra" inferior (...), eram de grande porte, muito isolados entre si, e gerados em épocas diferentes, dentro dos tempos históricos ou no interior do Quaternário. Foram gerados em pontos críticos de ordem geológica e geomorfológica, tendo tido, porém, o seu deslanche terminal relacionado a períodos de grandes "entradas" de água no solo e subsolo, por chuvadas excepcionais do passado. Chuvas ditas de "mil anos", na falta de maior precisão [ver, para a descrição dos tipos de movimentos de massa na Serra do Mar e seus mecanismos, por exemplo, Wolle (1988), Wolle & Carvalho (1989) e Wolle (1992)]. Por sua vez, o quadro apresentado pelas avalanches débris da Serra de Paranapiacaba nos revela um sistema concentrado no espaço, segundo um modelo geométrico invariável, com deslanche terminal coletivo, efetuado em poucas horas de duração de chuvas muito fortes sobre tecidos geoecológicos fragilizados por uma insidiosa poluição aérea. Fato por suposto inexistente à época dos grandes landslides, isolados no tempo e no espaço" (grifos meus) (Ab'Saber, 1987).

Prossegue o autor: "A saída de materiais detríticos, predominantemente finos, para as verdadeiras planícies dos rios coletores das diferentes torrentes tropicais da serra, foi um acontecimento à parte no conjunto dos fatos observados na Serra de Paranapiacaba. As planícies de piemonte que comportavam rios meândricos, de volteado tranqüilo, ao centro ou no lado de grandes várzeas, foram literalmente afogados pelo enorme volume de detritos chegados em massa, através de enchentes diluvianas. Cada torrente da serra injetou grandes massas de argilas, siltes, areias (que por sua vez envelopavam blocos de decomposição de rochas granitizadas e os escombros de florestas escorregadas),

alimentando a planície do Rio Mogi com uma carga detrítica não conforme com a aluviação tropical. A sedimentação espasmódica e anômala começou por arrasar a vegetação dos diques marginais do curso d'água e entulhar as rasas depressões das antigas várzeas, colocando massas detríticas, predominantemente minerais, sobre os solos fortemente orgânicos pré-existentes. Logo os canais se desdobraram lateralmente ao leito principal do rio, sob o modelo trançado ou anastomosado ("*braided channels*"), eliminando as cicatrizes de antigos meandros e recheando o espaço total da planície pelos materiais provindos das avalanches de detritos. Por mera e paradoxal convergência criou-se temporariamente um quadro de sedimentação piemontica, mais parecido com as grandes cheias de regiões secas, do que com áreas tropicais altamente chuvosas como é o caso da Serra do Mar. Como alertou Olga Cruz (...) para os depósitos do vale do rio Santo Antônio em Caraguatatuba, gerados em condições similares, não fosse termos a certeza de se tratar de um tipo de sedimentação anômala, nos sopés de serras tropicais chuvosas, alguém um dia poderia imaginar um depósito correlativo de um episódio seco, ligado a uma flutuação climática qualquer (...)" (Ab'Saber, 1987) (grifos meus).

Assim, é o caráter anômalo da sedimentação, decorrente da influência da ação humana (um "momento resistático antrópico") na geração dos processos de avalanches detríticas, que permite classificar os depósitos gerados na categoria de tecnogênicos induzidos (ou seja, resultantes indiretos da ação humana, como veremos mais detalhadamente em capítulo posterior). Por outro lado, em outros países também são relatados casos em que o rompimento de estruturas humanas resultou em erosão e deposição extensivas: por exemplo a criação de amplos "leques aluviais", em período de poucas horas, resultantes do rompimento de barragens em áreas montanhosas (Blight, 1991)

Particularmente sobre os excepcionais escorregamentos da Serra do Mar em Caraguatatuba (SP), ocorridos em 1967, descreve Ab'Saber (1985): "Utilizando os conceitos de Henri Erhart, relativos à biostasia e à resistasia, Olga Cruz designou os processos espasmódicos responsáveis pelos escorregamentos de Caraguatatuba sob o título sugestivo e correto de "momentos resistáticos". Isso implica dizer atuação rápida de uma morfogênese agressiva (resistasia) afetando um quadro de elaboração mais lenta e habitual de morfogênese e pedogênese, vinculados a um tipo especial de equilíbrio ecológico, e a um particular sistema integrado de evolução paisagística (biostasia)".

Ressalte-se ainda que tais momentos excepcionais de morfogênese e sedimentação também relacionaram-se à ação humana, e aqui de forma mais direta: "As grandes chuvas foram a mola básica do processo de avalanches

de solo e rocha. Mas, certamente, as manipulações antrópicas prévias tiveram um papel importante na fragilização dos ecossistemas, criando condições diferenciais para os fatores de erosividade. A estrada de rodagem mal construída e sobretudo mal complementada por obras de arte e por projetos de paisagismo ecológico, reduziu as resistências naturais dos ecossistemas das vertentes escarpadas da Serra. Fato sobre o que não há qualquer dúvida. Isto porque com o aumento dos fatores de erodibilidade, os fatores de erosividade tiveram uma extraordinária ampliação no seu potencial de lesionamento. A coalescência das lesões ao longo das vertentes serranas por onde passava a rodovia criou um outro padrão espacial de escorregamentos, bastante diverso daquele que incidiu sobre altas vertentes florestadas, onde o lesionamento teve o caráter de um sistema de reincisão dupla ao longo dos pequenos ramos das torrentes tropicais que formavam a bacia de recepção das águas serranas. Nos morros mais próximos da cidade, representados por cristas grosso-modo dispostas em forma de "pinça de caranguejos", as vertentes (...) estavam predispostas a escorregamentos por ocasião de grandes chuvas, devido à somatória de ações antrópicas inconscientes, ligadas a empréstimos de terra, estabelecimento de barrancos na base dos morros, e outros procedimentos rotineiros, de extrema gravidade para a desestabilização de vertentes de morros situados em posição peri-urbana" (Ab'Saber, 1985) (grifos meus).

Ainda no que tange à erosão e ao assoreamento, a constatação dos depósitos tecnogênicos do Planalto Ocidental Paulista, em geral associados a voçorocas, descritos por Oliveira (1990) e Oliveira et al.(1992), "proporciona a configuração de um elemento de ligação entre os dois processos, fornecendo subsídios para se compreender que as perdas de solo por erosão não correspondem à produção de sedimentos de uma bacia e que o assoreamento não responde, portanto, de forma linear, à progressão da erosão. A ocorrência dos depósitos e seu entalhe mostra que não há uma condição contínua de erosão, transporte e deposição, mas sim saltos qualitativos que definem fases bem marcadas da evolução da paisagem " (Oliveira, 1990).

Tal evolução relaciona-se diretamente, segundo as próprias conclusões dos autores citados, às formas de ocupação do solo e seu aproveitamento econômico, inicialmente ao desmatamento para aproveitamento agrícola (notadamente a lavoura do café) ou para pastagens, associadamente a concentrações artificiais do escoamento pluvial superficial. Os detritos resultantes das elevadíssimas taxas de erosão (facilitada pela presença de solos de elevada erodibilidade) passam a assorear as antigas várzeas. Por força do avanço da ocupação e uso do solo (intensificação da urbanização com

pavimentação, mudanças no uso do solo agrícola etc.), tais depósitos passam a ser entalhados, eles mesmos, remontantemente na direção das fontes concentradoras do escoamento (em um claro exemplo de fenômeno dialético); os detritos produzidos aí por retrabalhamento e os de montante são transportados (e redepositados ao menos parcialmente) para jusante.

A descrição de Nakazawa et al. (1994a) converge no mesmo sentido, ao referir que, particularmente no Estado de São Paulo, *"intensificando o desmatamento, a cafeicultura avança (sobre o espaço pioneiramente ocupado por culturas de subsistência e criação de gado) (...), primeiro ocupando o Vale do Paraíba, depois a região central do território paulista, seguindo, então, para o Norte do Estado (...). Os resultados deste desmatamento vertiginoso se refletem na intensificação do processo erosivo, no assoreamento das várzeas e drenagens, no aumento das áreas afetadas por inundações, na modificação do comportamento hídrico das vertentes e, generalizadamente, no empobrecimento do solo"*. Aubert & Boulaine (1967) já constatavam tal influência da monocultura no deslanchamento da erosão dos solos, através de vários exemplos mundiais e entre eles o brasileiro: *"No Brasil, no Estado de São Paulo, se cultiva o café e o algodão desde o começo do século XIX; a cultura dura duas dezenas de anos e a seguir, deixando solos esgotados e à mercê da erosão, cultiva-se mais a oeste. O resultado atual é que sobre 250.000 ha utilizáveis, 170.000 estão muito degradados"* (tradução minha).

A relação entre a expansão agrícola, a erosão e a conseqüente geração de sedimentos já era esboçada em um relatório de 1887 do eng^o. Bianchi Betoldi, reproduzido por Oliveira e Figueirôa (1984): *"Uma das causas das crescentes inundações observadas na alta Italia nesses ultimos annos attribue-se ao levantamento do fundo dos rios provenientes do assentamento dos detritos que são levados continuamente pelas águas. E por essa razão com o correr dos annos e com o desmoronamento dos barrancos, hão de tornar-se sempre mais difficeis as condições de escoamento, ao menos que não se trate seriamente de conservar e argumentar a zona bosquiva nas cabeceiras e nos valles affluentes. Este melhoramento é porém irrealizável na Provincia de São Paulo devido ao desenvolvimento sempre crescente da cultura de cana e do café e da grande e pequena lavoura que importa a destruição das melhores florestas"* (grifos meus).

Portanto, para Oliveira (1994), *"este incremento notável [na quantidade de sedimentos produzidos depois da introdução da agricultura intensiva, pastagens e outras formas de uso do solo] responde à erosão responsável pela formação dos depósitos tecnogênicos aqui referidos. Na*

bibliografia, essa erosão tem sido classificada como acelerada, antrópica ou atual, desencadeada pela ação do homem, que se expressa com velocidades muito superiores à erosão dita natural, geológica ou normal. (...) É a erosão marcadamente induzida pela ação humana, de tal maneira que não é mais possível identificar, nas regiões com alguma forma de uso do solo, processos erosivos exclusivamente naturais " [grifos meus].

Quanto a este aspecto de nosso interesse, no entanto, Aubert & Boulaine (1967) haviam distinguido dois tipos extremos de evolução do relevo: a erosão geológica, na qual a velocidade de desgaste é lenta o suficiente para que a velocidade de formação dos solos por decomposição das rochas compense as perdas sofridas; e a erosão acelerada, devida ao ataque mecânico violento das rochas ou dos solos pelos agentes climáticos e à remoção imediata dos produtos desse ataque. Conforme os autores citados, os períodos de erosão geológica do solo referem-se aos períodos de biostasia (como vimos, quando o clima propicia que uma vegetação densa recubra o solo), por oposição aos períodos de erosão acelerada, ditos fases de resistasia (do grego *rhesis*, ruptura), os quais se produzem sobretudo depois dos movimentos tectônicos, das mudanças climáticas ou da intervenção do homem. Dessa forma, apesar de não relacionarem os fenômenos de erosão acelerada exclusivamente à ação humana, no entanto ressaltam os autores citados a equivalência dessa ação a processos naturais da maior significância.

Neste ponto podemos prosseguir com a análise de Oliveira (1994): *"Esta forma de abordar os impactos da ação humana no meio ambiente aponta a expressão tecnogênico como mais rica na conceituação dos referidos depósitos. Portanto, a adoção deste termo, e do conceito implícito, está intimamente relacionada à percepção da expressão das mudanças provocadas pela ação do homem na superfície terrestre, comparáveis, em magnitude, às mudanças de origem natural"* (grifo meu). Isto leva mais tarde o mesmo autor (Oliveira, 1995) a propor o termo "abordagem geotecnogênica" para caracterizar esse estudo. Proposição de caráter epistemológico e, em si, no entanto, não isenta de críticas ⁽³⁾.

1.4. A especificidade das concentrações urbanas

Especificamente ao aspecto das aglomerações urbanas comentam Nakazawa et al. (1994b): *"Aos problemas já desencadeados no campo, com a sua ocupação intensiva, a urbanização acelerada a partir da década de 50 agrega, com suas complexas interrelações entre a cidade e seu ambiente físico, novos e variados problemas. Estes problemas se fazem sentir pelos sobrecustos da consolidação e manutenção das cidades, pela*

degradação ambiental e, também, pelo desconforto e risco de vida impostos a parcelas significativas da população. /.../ Erosões intensas, assoreamento de rios e de reservatórios, poluição de mananciais, escorregamentos em encostas e outros problemas induzidos pela urbanização tornam fundamental o entendimento dos processos de uso e ocupação do solo [e, adicionaríamos, suas determinações sócio-econômicas] - em associação com os processos do meio físico - para o seu enfrentamento eficaz".

Abreu (1986) apresenta o exemplo específico da região metropolitana de São Paulo, onde *"pode-se dizer, de maneira geral, que as propriedades geoecológicas originais do relevo estão quase todas modificadas pela intervenção humana que, freqüentemente malbaratou também as propriedades sócio-reprodutoras, dinamizando os processos morfodinâmicos. Este fato, aliás, tem se agravado cada vez mais, na medida [em] que a urbanização extravasa os limites da bacia sedimentar neoceno-zóica sobre a qual a cidade se originou". Na concepção do autor citado, "enquanto as propriedades geoecológicas se originam por processos biológicos e morfodinâmicos, presididos pelas leis bio, físico e geoquímicas que cunham as formas e lhes conferem conteúdo plástico, as propriedades sócio-reprodutoras são definidas pelo interesse imediato do homem pelo relevo como recurso, face ao seu conteúdo (solos, depósitos minerais etc.), ou como suporte de edificações de um espaço construído" .*

Visto isso, para sintetizar as observações relatadas podemos nos reportar à conclusão, embora bastante prudente quanto à potencial intensidade dos processos, de Ab'Saber (1969a): *"Na verdade, a intervenção humana nos solos responde por complexas e sutis variações na fisiologia de uma determinada paisagem, imitando até certo ponto os acontecimentos, de maior intensidade e extensividade, relacionados às variações climáticas quaternárias".* Conclusão esta que é confirmada praticamente nos mesmos termos por Melo & Ponçano (1983): *"A ação antrópica atual tem desencadeado conseqüências comparáveis às de uma das últimas fases de clima seco, determinando, por exemplo, o desenvolvimento de boçorocas atuais sobre os mesmos sítios em que feições semelhantes haviam se desenvolvido durante a fase seca correlativa da glacial Würm" .*

1.5. O Período Quinário ou Tecnógeno

Como vimos, os depósitos tecnogênicos são correlativos aos processos decorrentes das formas humanas de apropriação do relevo e, devido à originalidade desta determinação, sua época de existência por decorrência

caracteriza um tempo geológico distinto. Isto é justificado porque, em essência, recorrendo ao comentário de Lukács (1979b), os períodos e as épocas (geológicos) se referem a mudanças ou estabilidades estruturais de matéria ou movimento. Em outras palavras, caracterizam-se por processos determinados e seus registros correlativos. A originalidade do Período Tecnógeno ou Quinário consiste portanto em que, conforme sintetiza Oliveira (1995), *"as novas coberturas pedológicas e as novas formações geológicas, que se encontram em processo de geração, estão fortemente influenciadas pela ação do homem"*.

Conforme escreve Oliveira (1990), *"a expressão Antropógeno vem sendo usada por alguns autores, sobretudo soviéticos [ver por exemplo Gerasimov & Velitchko, 1984], em substituição ao termo Quaternário, para indicar o período geológico mais recente, marcado pela evolução do homem (...). Eventos ditos antropogênicos seriam, sob este enfoque, identificados ao período de sua ocorrência, podendo ou não estar relacionados às atividades humanas. Portanto, para definir uma origem ligada à atividade do homem, seria mais conveniente usar o termo tecnogênico. Assim, todo evento tecnogênico (origem) seria antropogênico (período), o inverso não sendo necessariamente verdadeiro. Por outro lado, o termo tecnogênico (originado pela técnica) destaca a importância em se considerar que os eventos resultantes da ação humana refletem uma "ação técnica" e, neste aspecto, sua adoção tem larga vantagem sobre a do antropogênico, pois a técnica, conjunto dos processos por meio dos quais os homens atuam [através do trabalho, ressaltamos] na produção econômica e qualquer outra que envolve objetos materiais, surge com o homem" . /.../ "Quinário ou Tecnógeno" [seria então] "o período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da Biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais" (Oliveira, 1990). Ou, propomos, processos cujas intensidades podem superar em muito os processos naturais equivalentes. No entanto, deve ser lembrado mesmo que, ao contrário, a ação humana pode se efetuar no sentido da amenização dos processos naturais, como nas áreas de estabilidade morfodinâmica de origem antrópica definidas por Ross (1992)*

Conforme Ter-Stepanian (1988), as modificações profundas e fundamentais impressas pelo homem na natureza geológica, a partir do início da produção agrícola e pastoril da chamada *Revolução Neolítica* (ocorrida a nove ou dez mil anos atrás em algumas partes do planeta), como vimos, e progressivamente intensificados, até as modernas e profundamente transformadas regiões industrializadas, mostram que o Holoceno pode ser considerado como uma época de transição entre o Quaternário (Pleistoceno) e

o Quinário ou Tecnógeno. O começo dessa época é caracterizado por uma situação totalmente quaternária, e seu fim por uma situação totalmente quinária, a qual deve se completar, segundo a autor, no próximo milênio, caracterizando uma mudança muito mais rápida que a dos períodos geológicos anteriores.

Vemos aqui então que a passagem do Quaternário ao Quinário ou Tecnógeno, do ponto de vista estratigráfico, não é homogênea espacialmente, em decorrência justamente da discrepância temporal (heterocronia) do desenvolvimento e difusão das técnicas pelo planeta e pelas regiões. Assim, a "Revolução Neolítica" iniciou-se a aproximadamente 9 mil anos atrás nos orientes Próximo e Médio e no Sudeste da Ásia, entre 5 e 8 mil anos atrás na Europa, e a 6 mil anos atrás na América Central (Kowalski, 1984). Conforme Castri (1980), na região mediterrânea há 3.500 anos já se produziam importantes fenômenos de desflorestamento; ainda conforme o autor citado, o desflorestamento intensivo na China começou há 4 mil anos. Em várias partes do mundo, e notadamente em grande parte da América e na Oceania, tal papel será realizado, ou melhor, superado, pela colonização européia, notando-se no entanto que Castri (1980) ressalta a ocorrência anterior de desmatamento relacionado à utilização do fogo para limpeza de terrenos de caça. Sintetiza Rougerie (1971) que *"desde o Neolítico, tornou-se o homem um fator ecológico dominante; nos setores por ele desmatados foram se instalando paulatinamente as espécies provenientes dos espaços herbosos"*. Por sua vez, Fanning & Fanning (1989) citam o século XVII como marco do aparecimento de solos com artefatos do homem moderno europeu nos Estados Unidos.

Como vimos nas descrições anteriores, na região centro-sul do país, em particular no Estado de São Paulo, é, em sentido amplo, o ciclo econômico do café, com os processos de desmatamento, agricultura intensiva e urbanização decorrentes, o fato histórico marcante que pode ser identificado então ao início do Quinário, desde que configura-se na causa primeira da qual decorrem a intensificação dos processos erosivos e a formação dos depósitos tecnogênicos correlativos (4). No caso específico do Município de São Paulo, embora seja considerado por alguns autores que os "campos de Piratininga", clareira encontrada pelos colonizadores quinhentistas em meio à floresta subtropical, resultasse da prática de queimadas feitas pelos indígenas em épocas pré-cabralinas (França, 1958; Ab'Saber, 1961), não temos a possibilidade de identificação dos depósitos tecnogênicos associados ao incremento erosivo resultante.

Implicações estratigráficas

No Estado de São Paulo, a "Classificação das Formações Cenozóicas" de Moraes Rego (1933) parece ser a primeira a caracterizar as conseqüências da ação humana sobre o registro estratigráfico, ao colocar as camadas "*com restos humanos (depósitos)*" no topo da coluna geológica, como andar superior das "*camadas quaternárias modernas, consideradas atuais*" (embora se refira o autor especificamente aos depósitos de "sambaquis"). Na região central da cidade de São Paulo, os cortes geológicos apresentados por Vargas (1992), executados em 1945 e 1947, são provavelmente os primeiros a representar os depósitos tecnogênicos (aterros, com espessuras atingindo localmente a ordem de 10m) sobre as camadas cenozóicas. Mais recentemente, Rocha & Celestino (1992), Yassuda *et al.* (1992) e Cozzolino *et al.* (1994) apresentam seções geológicas da porção central da Bacia Sedimentar de São Paulo, nas quais são observados extensos, espessos e contínuos depósitos tecnogênicos de cobertura (também denominados genericamente de aterros). Os perfis geológico-geotécnicos apresentados por Cozzolino (1980), Chiossi (1980), Sampaio *et al.* (1992) e Coutinho & Negro (1995), entre outros, embora referentes a situações localizadas e, portanto, apresentadas em escalas maiores, assinalam a ocorrência contínua de aterros espessos sobre aluviões quaternários ou sedimentos terciários. As seções geológicas da Bacia de São Paulo e as colunas estratigráficas apresentadas por Riccomini & Coimbra (1992) e Riccomini *et al.* (1992), no entanto, ignoram tais depósitos.

Mas, de fato, nas planícies ou encostas paulistanas é possível identificar uma marcante discordância estratigráfica, na qual os depósitos tecnogênicos (induzidos ou construídos) posicionam-se respectivamente sobre os depósitos da planície de meandração holocênica e baixos terraços fluviais quaternários ou sobre os horizontes colúvio-eluviais-pedogênicos das vertentes. Poderíamos falar neste caso, de modo analógico, em "discordância paralela sem fase erosiva (hiato)" ou ainda "paraconformidade" (no sentido que lhes atribui Mendes, 1984); esta, mais do que às datações paleontológicas, como na estratigrafia convencional, é reconhecida de maneira geral devido à presença de artefatos na camada tecnogênica (além de peculiaridades composicionais). Ressalte-se que não se tratam de meros diastemas (enquanto quebras localizadas no registro, dentro de um processo contínuo em sua totalidade), mas registram a substituição dos processos quaternários por processos completamente novos.

Mais marcante se faz a discordância quando uma parcela do tempo geológico, representada pelos horizontes quaternários, é suprimida, por erosão induzida ou, simplesmente, por escavação. Conforme a descrição de Wolle & Silva (1992), a escavação do horizonte de solo superficial ("argilas vermelhas

porosas" na Bacia Sedimentar de São Paulo) *"é quase regra geral nos terrenos desocupados da cidade, pois esta argila porosa, por ser excelente material para aterro, foi extensamente explorada em toda a região"*. Caracteriza este caso, então, uma "discordância angular e erosiva" ou "inconformidade" (*sensu* Mendes, 1984), na qual a ação humana faz o papel de "ciclo de erosão" associado.

1.6. A Geologia do Tecnógeno e as áreas urbanas

O cerne da Geologia do Tecnógeno encontra-se, portanto, além da consideração do estabelecimento das atividades humanas - e em particular a atividade essencialmente humana, a produção de seus meios de existência - sobre condições de relevos e substratos determinadas, encontra-se na consideração efetiva do homem como agente geológico.

Conforme proposto por Peloggia & Silva (1994), a Geologia Urbana poderia ser concebida como uma disciplina que tem por objeto a análise de fenômenos geológicos ou de condicionantes geológicos a fenômenos diversos associados ao processo de urbanização (à implantação, desenvolvimento e consolidação das cidades) . Trata-se, portanto, de uma abordagem regional bastante específica e peculiar a cada sítio urbano estudado, dentro da Geologia do Tecnógeno. Pois, em particular, não se dissocia da ação humana que, através de seus meios de produção material (trabalho) e apropriação e utilização dos espaços superficial (relevo) e do sub-solo, impõe diferenciadas solicitações aos maciços e modificações aos processos, suportando então diferentes respostas (o que se costuma chamar de "comportamento geotécnico").

Na opinião dos autores citados, a caracterização dos tipos de fenômenos de natureza geológica (ou mesmo "geotécnica" (5)) em áreas urbanas, e em particular os escorregamentos (entendidos em sentido amplo, como movimentos gravitacionais de massa), e a definição de sua natureza, seus mecanismos, forma de ocorrência e abrangência, constitui a base teórica necessária à potencial aplicação, tal como nas concepções de medidas de estabilização de encostas e taludes, nas análises de riscos geológicos urbanos, na orientação para a implantação de projetos habitacionais e a recuperação de áreas degradadas; ou ainda potencialmente para as concepções de planos de defesa civil de caráter preventivo e as orientações para uso e ocupação do solo ou, ainda, a um planejamento urbano racional. Graças ao caráter dinâmico da urbanização, podemos observar os processos de apropriação do relevo em andamento e, considerando as peculiaridades históricas, compreender as feições e depósitos das áreas já ocupadas.

E, se os pressupostos gerais necessários a tal análise têm sido esboçados recentemente, em Geologia, por alguns autores, como por exemplo Oliveira (1990) (*"Frente às atuais formas de uso e ocupação do solo e seus impactos no meio físico, não será mais possível estudar os processos geológicos recentes sem considerar as profundas modificações que vêm sendo causadas pelo homem."*) ou Prandini et al. (1974) (*"Toda atividade humana está direta e indiretamente vinculada às condições subsuperficiais do planeta"*), estas concepções não são, no entanto, absolutamente novas. Ressalte-se ainda: são necessárias porém não suficientes em si só pois, além dos efeitos da ação humana sobre o meio geológico, como vimos, a aplicabilidade concreta (isto é, que se efetiva em resultados práticos) deve levar em conta as práticas humanas em si, suas causas (ou seja, em última análise as causas que levam à indução dos problemas geológicos), motivações, tendências, como única forma de real possibilidade de proposição de soluções.

Isto se fundamenta simplesmente porque (aproveitando as palavras de Moraes (1994) ao analisar a concepção marxista da relação homem-natureza): *"o instrumento técnico disponível exprime as forças produtivas de uma dada sociedade, às quais corresponde uma certa divisão social do trabalho e relações de produção também específicas. São estas que definem as formas de apropriação da natureza e o acesso dos diferentes grupos sociais aos recursos do ambiente"*. Esclarece-nos Vaismam (1989): *"[Conforme Lukács] (...) quanto mais desenvolvida, quanto mais social é uma formação econômica, tanto mais complexos são os sistemas de mediações que ela deve construir em si e em função de si, mas estes interagem todos de qualquer modo com a auto-reprodução do homem, com o intercâmbio orgânico com a natureza, permanecem em relação com ele e são ao mesmo tempo capazes de retroagir sobre ele, no sentido de favorecê-lo ou obstaculizá-lo"*. Ou, conclusivamente, nas palavras do próprio Lukács (in Holz et al., 1969): *"[Para Marx] os homens podem desenvolver uma ação transformadora sobre a natureza apenas no quadro da praxis humana, e (...) fora isso, a natureza se desenvolve independentemente do homem"*.

Notas:

- (1) Depósitos correlativos são "*seqüências sedimentares resultantes dos processos de agração ocorrendo simultaneamente com fenômenos de degradação na área fonte*" (Bigarella & Mousinho, 1965). Ainda, "*representam um ciclo de erosividade sobre massa erodível, e cujos sedimentos são depositados representando as condições hidrológicas do transporte e da área fonte (Princípio das Séries Inversas)*" (Ab'Saber, 1990, comunicação verbal).
- (2) Ab'Saber se refere à Teoria da Bio-resistasia de H. Erhart (1956, 1966). O próprio Erhart (1956), no entanto, chegou a utilizar o termo "*rhexistasie experimentale*" para se referir a processos semelhantes.
- (3) A "*abordagem geotecnogênica do meio físico*", na forma proposta por Oliveira (1995), apresenta uma clara contradição nos termos: tal abordagem, segundo o autor citado, "*pode ser denominada geotecnogênica porque, mais que geológica, ela incorpora a compreensão do papel do homem como novo agente geológico*" (grifos meus). Ou seja, uma abordagem geológica. O problema é que não se trata de uma questão de método, como quer fazer parecer o autor (uma abordagem que se diferencie pela forma), mas de objeto. Isso não implica em procedimentos geológicos novos na identificação dos processos e depósitos tecnogênicos, mas sim a consideração das determinações não-geológicas (sócio-econômico-culturais, enfim, humanas) de sua gênese. A Geologia do Tecnógeno é uma disciplina ao mesmo tempo da história da natureza e da história humana, em função do inseparável relacionamento dialético entre ambas. No mais, é possível que tais problemas decorram da própria base teórica, marcada por um, por assim dizer, "determinismo tecnicista" de tendência nitidamente positivista, adotada por Oliveira: "*Segundo RIBEIRO (1975), 'existe um alto grau de concordância entre os estudiosos quanto ao poder de determinação dos conteúdos tecnológicos sobre os sociais e ideológicos e quanto à possibilidade de seriar o desenvolvimento tecnológico em passos evolutivos do progresso humano'*". Portanto, *as civilizações podem ser caracterizadas pelas técnicas que utilizam, para sua sobrevivência e reprodução, no tempo e no espaço do Planeta*". Historiadores soviéticos, como por exemplo Diacov & Covalev (1965), já questionaram a adequabilidade da utilização do "critério tecnológico" na classificação da história antiga da humanidade, por separar o desenvolvimento da técnica do desenvolvimento da sociedade. (ver o Apêndice 3 para maior detalhamento).
- (4) Ressalte-se que poder-se-ia tentativamente recuar tal transição, ao menos de forma localizada espacialmente, para a época do *Ciclo do Ouro* na região das Minas. No entanto, devem ser observadas algumas particularidades desse "ciclo"; como escreve Moreira (1990), "*mas como a técnica primitiva de extrações e a busca de enriquecimento imediato levam a uma intensa mobilidade territorial dos mineiros, os centros de mineração se multiplicam com incrível rapidez, dando ao espaço mineiro a sua forma de enorme nuvem de nebulosas espalhadas pelo planalto central, e as lavras rapidamente se transformam em faíscação. /.../ Quando termina o século XVIII, o planalto central-mineiro já não tem a mesma agitação de vida e o espaço mineiro sofre um refluxo econômico-demográfico tão rápido quanto o foi o surgimento do 'ciclo'*". Se os efeitos da atividade minerária foram, portanto, localizados e transitórios, a atividade criatória pecuária, por seu lado, "*pouco (...) altera o ambiente natural, nisso também contrastando, portanto, o*

espaço pecuário e o plantacionista, uma vez que, instalando-se nas áreas de mata, a lavoura provoca sua maciça derrubada, enquanto que o espaço pecuário acomoda-se de imediato ao pasto natural da vegetação campestre" (Moreira, 1990). No entanto, ressalta o autor citado que "na passagem do século XIX para o XX a cartografia já difere do que era o espaço brasileiro de apenas um século atrás. o mapa desse momento (...) mostra um arranjo espacial de manchas agrárias mais densas e com poucos claros. Mais que isso, um arranjo de manchas agrárias organizadas num novo eixo cidade-campo".

(5) *"Existe a tendência, entre alguns autores, de conceituar os acidentes ou riscos geotécnicos como aqueles no qual o processo geológico em questão (em geral exógeno) atua num local onde existe a interferência de algum tipo de obra de engenharia. Desta forma, um escorregamento com danos que ocorra num talude natural será um Acidente Geológico, enquanto que este mesmo escorregamento num talude de corte, ou de um aterro, será um Acidente Geotécnico" (Augusto et al., 1990).*

(6) Por legalidade entende-se uma totalidade regida por leis objetivas, em nosso caso as leis da Física e da Química. As categorias, por sua vez, são formas determinadas da existência, aqui especificamente referidas a um ente natural (entendido como uma porção da natureza definível e delimitável por critérios objetivos).

Fotografia 1.1 (acima). Depósito tecnogênico (cobertura remobilizada), marcada pela presença de detritos humanos, assentando-se em discordância diretamente sobre o solo saprolítico resultante da decomposição de micaxistos (Jardim Damasceno, Zona Norte do MSP).

Fotografia 1.2 (abaixo). Sobreposição de um depósito tecnogênico construído (aterro de "botafora") sobre solo saprolítico de granito, exposta em corte realizado para a implantação de habitações provisórias (Vila Guacuri, Zona Sul do MSP).

Em ambos os casos o registro geológico representado pelas camadas superficiais coluvionares ou pedogênicas quaternárias foi suprimido pela ação humana, seja por erosão acelerada (induzida) ou, mais provavelmente, por escavação para utilização como material de empréstimo.

Fotografia 1.3. Corte expondo a sobreposição de depósito tecnogênico construído (aterro) sobre o regolito, conservando-se a camada coluvionar superficial (marcada por um horizonte cinzento no topo e por uma linha de seixos tênue na base) sobre o solo saprolítico resultante da decomposição de granito porfirítico (Jaraguá, Zona Norte do MSP).

CAPÍTULO 2

Delineação Geológica e Geomorfológica do Município de São Paulo

“Somente o estudo da paisagem natural autoriza o de sua transformação pelo homem e o exame de uma explicação total”

(Jean Dresch, citado por G. Rougerie, 1971)

2.1. Introdução

O Município de São Paulo tem sido objeto de estudo, desde há décadas, do ponto de vista geotécnico, geomorfológico e geológico restritamente dito. É nosso objetivo neste capítulo, apenas, resgatar alguns dos aspectos mais significativos desse conhecimento, assim como ressaltar pontos ainda carentes de estudos e reflexão mais aprofundados, a certamente não pretendendo de modo algum esgotar aqui qualquer das questões levantadas. Mas, contudo, procurando estabelecer uma visão geral do quadro natural sobre o qual se efetuou e efetua a ação humana na região.

Do ponto de vista geotécnico, abrangentes sínteses sobre a evolução dos estudos e dos conhecimentos adquiridos são efetuadas por Vargas (1980) e Vargas (1992). Este último autor ressalta que até a década de 70 o estudo da formação geológica de São Paulo era efetuado principalmente com interesse tecnológico, em função da determinação das propriedades geomecânicas das camadas de argila e areias (e mais especificamente dados sobre a resistência e a compressibilidade das camadas de solo de fundação de edifícios e pontes) e da ocorrência de água subterrânea. E se, no que se refere às características geomecânicas dos maciços terciários muito foi realizado (ver entre outros, Pinto & Massad, 1972; Cozzolino, 1980; Massad, 1980; Sadowski, 1989; Massad *et al.*, 1992; Hachich & Nader, 1992), pouco ou quase nada se fez nesse sentido no que tange à determinação do comportamento dos maciços residuais, solos saprolíticos e saprolitos, e ainda colúvios, especificamente para os terrenos do MSP.

Sob o aspecto geomorfológico, destacam-se os trabalhos de enfoque geral desenvolvidos a partir da década de 50 por Ab'Saber (1957), Almeida (1958), e Ab'Saber (1958), aos quais vêm se juntar estudos mais específicos

sobre o Quaternário (Ab'Saber, 1968, 1969b, 1969c; Turcq & Melo, 1989, entre vários outros)

Do ponto de vista mais especificamente geológico, apesar das primeiras referências às "camadas de São Paulo" datarem do século passado, só nas últimas décadas tem se acumulado uma produção científica de maior peso.

No que diz respeito à geologia da Bacia Sedimentar, Leinz (1980) resume as principais observações (geológicas, mas também geomorfológicas e mesmo geotécnicas) até então efetuadas, colocando em evidência os principais problemas a serem estudados, e que ainda são de todo atuais: a determinação das idades das camadas terciárias e quaternárias; a correlação dos movimentos tectônicos com a sedimentação; a topografia do substrato cristalino; a paleogeografia deposicional. Sínteses recentes sobre os conhecimentos acumulados são efetuadas por Melo *et al.* (1989), Takiya (1991), Riccomini & Coimbra (1992) e Riccomini *et al.* (1992).

Quanto ao "embasamento cristalino", não resta qualquer dúvida de que o estudo mais abrangente deve-se a Coutinho (1972), autor este que ainda publicou observações adicionais posteriormente (Coutinho, 1980; Coutinho, 1989), e foi o responsável pela elaboração do Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo, publicado pela Emplasa, na escala 1:100.000. Os levantamentos geológicos adicionais efetuados posteriormente não consideram o Município como um todo, mas, tratando de terrenos em geral localizados nas porções não urbanizadas dos arredores da região metropolitana, englobam-no em partes (por exemplo: Carneiro, 1983; Vieira, 1989; Dantas, 1990;). Mais recentemente, registre-se que Juliani (1992) apresenta uma síntese do conhecimento sobre a geologia do Pré-Cambriano da RMSP, abrangendo portanto o Município de São Paulo.

Interessa-nos aqui destacar alguns pontos mais significativos sobre o assunto.

2.2. O enquadramento tectono-estrutural e o estabelecimento da bacia sedimentar terciária

Conforme descreve Abreu (1986), *"o sítio urbano da área metropolitana de São Paulo abarca, esquematicamente, dois conjuntos de setores bastante diferenciados: o da Bacia Sedimentar de São Paulo e o de seu rebordo granito-gnáissico (diríamos, a rigor, granito-xisto-gnáissico), desfeito em um sistema de blocos escalonados e adernados"*.

Ainda nas palavras do geomorfólogo paulista: *"Blocos basculados do rebordo cristalino e Bacia Sedimentar encontram-se, portanto, estreitamente associados na gênese dos atuais conjuntos de formas de relevo, pois a movimentação dos primeiros implicou no aparecimento da sedimentação que originou a Bacia. Deve-se registrar, todavia, que embora tafrogênica, a Bacia Sedimentar de São Paulo não se enquadra na categoria de uma simples fossa limitada por falhas paralelas. Parecendo corresponder mais a um conjunto de áreas deprimidas, entre blocos e cunhas basculados em degraus por um sistema de falhas antigas complexamente reativadas"* (Abreu, 1986).

Esta descrição, na verdade já apresentada em essência por Hasui & Carneiro (1980), dá conta assim da complexidade assumida por uma bacia sedimentar tafrogênica de compartimento de planalto, surgida da movimentação tectônica mas cujas características em muito devem às determinações estruturais dos maciços, herdadas das antigas feições geradas no Ciclo Tectônico Brasileiro, às determinações paleoclimáticas, principalmente no que tange à disponibilidade de material detrítico a ser remobilizado nas encostas, à existência de um palerelevo tão ou mais acentuado que o atual e de uma rede de drenagem anteriormente organizada, como muito bem ressalta Ab'Saber (1968). Isto tudo torna evidente o caráter esquemático de modelos de evolução histórica do embaciamento de São Paulo em *hemi-graben*, como o proposto por Riccomini (1989), apesar da grande contribuição do mesmo autor no que tange à correlação entre as fases de movimentação tectônica e a sedimentação.

Nesse sentido, Hasui & Carneiro (1980) consideravam a Bacia de São Paulo, com espessuras variáveis do pacote sedimentar e embasamento de superfície acidentada, como originada de uma rede fluvial de escoamento dificultado, em função da combinação dos mecanismos de soleiras (analogamente às falhas geomorfologicamente contrárias referidas por Ab'Saber, 1968) e da subsidência tectônica sin-sedimentar.

"A tectônica que afetou esse conjunto todo foi, portanto, contemporânea da sedimentação (...), tendo porém permitido a manutenção das condições de escoamento fluvial da páleo-drenagem, ainda que dificultando o escoamento das águas e levando à concentração de areias e siltes nos vales" (Abreu, 1986). Como a classificou Ab'Saber (1957), tratar-se-ia de uma bacia "flúvio-lacustre de soleira tectônica". O atributo "lacustre" deve, no entanto, ser entendido de maneira particular, como veremos mais adiante.

Do ponto de vista sedimentológico, destaca Suguio (1980) a predominância de clásticos finos na Formação São Paulo, a unidade estratigráfica utilizada para englobar, à época, todo o pacote sedimentar. Ressalta tal autor que *"o baixo grau de arredondamento e o alto teor de muscovita, bem como o baixo grau de seleção granulométrica, permite classificar os sedimentos da Formação São Paulo como textural e mineralogicamente imaturos"*. [...] *"A natureza essencialmente pelítica dos sedimentos reflete um profundo intemperismo das áreas-fonre. (...) O advento dos fenômenos de reativação tafrogenética coincidiu com a mudança climática para condições semi-áridas, e a massa detrítica disponível foi transportada a curta distância com baixa disponibilidade de água no ambiente, acompanhada de processos tectônicos sin-sedimentares, que favoreceram a deposição de sedimentos imaturos"*.

Seja como for, não é possível entender um ambiente de sedimentação somente pelas características dos materiais depositados, sem uma visão paleogeográfica (Erhart, 1956). Ainda, como destacam Melo et al. (1989) para a Bacia de São Paulo, *"o avanço dos estudos das fácies e sistemas deposicionais dos sedimentos, bem como da tectônica e da estratigrafia (...), mostra no momento um quadro ainda pouco esclarecedor sobretudo quanto à definição dos paleoclimas reinantes na época deposicional"*. Se estas dificuldades se explicam, por um lado, pela deficiência das investigações, por outro trata-se de uma consequência da complexidade da realidade em si, a qual fica claramente perceptível na descrição de Ab'Saber (1968): *"ao iniciar-se a barragem tectônica do paleo-Tietê na área, devia existir uma paisagem de "mares de morros" florestados, com decomposição universal de rochas, acima de um certo nível da topografia antiga; no entanto a área intermontana onde se situava o antigo vale devia possuir um clima menos úmido e uma cobertura vegetal menos contínua. Durante todo o período de interferência tectônica, responsável pela formação da bacia, houve a preservação de áreas fontes de fornecimento de clásticos finos, devido à sobrevivência de mantos regolíticos, de profunda espessura e boa distribuição espacial. Tal paisagem tropical úmida, em áreas cristalinas e cristalofilianas, é que respondeu pela tipologia e granulometria dos sedimentos da porção central da bacia de São Paulo. No entanto, no sítio deposicional, ele próprio, deve ter ocorrido uma diminuição da pluviosidade e uma aceleração dos processos de erosão areolar, com derruição parcial da paisagem tropical úmida ou subúmida anterior"*.

Dificuldades semelhantes são as referentes ao entendimento do estabelecimento dos ambientes deposicionais em uma ampla área agradacional, pelo menos de início condicionada pelas irregularidades do relevo e pela organização do sistema fluvial antecedente, mas continuamente nivelada pelo

entulhamento detrítico propiciado pela subsidência tectônica. Ainda conforme destaca Ab'Saber (1968), *"a Bacia de São Paulo é o resultado da deposição de materiais, predominantemente finos, em uma depressão tectônica contrária à direção da drenagem prévia da região. Nessa depressão oriunda de soleiras tectônicas ativas houve uma geografia de lagoas de águas pouco profundas e de conformação muito variáveis. Não se trata de maneira alguma de um caso simples e esquemático de "flood plains", mas sim de uma coalescência preferencial de corridas de lamias (1) para depressões lacustres rasas e anastomosadas. Nem mesmo o esquema excepcional de um quadro geográfico igual ao do Pantanal Matogrossense seria capaz de sugerir o quadro paleogeográfico que presidiu à deposição das argilas, siltes e areias finas da Bacia de São Paulo"*.

Essa descrição parece tanto mais apropriada quanto, atualmente, é sabido que a Planície do Pantanal constitui uma bacia de sedimentação de origem tectônica em processo de entulhamento ativo, com espessuras de até centenas de metros de sedimentos depositados (RADAMBRASIL, 1982).

Deve ser destacado também que, se a compreensão da Geologia do Terciário é ainda insuficiente, a do Quaternário é ainda mais, se levarmos em conta a constatação de Suguio (1995) de que *"a Geologia do Quaternário tem sido desprezada pela maioria dos geólogos brasileiros"*. Com a complicação adicional de que, em se tratando de depósitos das formações superficiais das paisagens pré-humanizadas, constituem-se no material mais propício ao "retrabalhamento" quaternário, induzido ou diretamente efetuado pela ação humana.

Por outro lado, como comentamos anteriormente, do ponto de vista estratigráfico, todo o pacote sedimentar terciário foi englobado, até a década de 80, na unidade denominada Formação São Paulo, da qual distinguiram-se os "aluviões antigos dos rios Tietê e Pinheiros" (posteriormente denominados Formação Itaquaquecetuba, esta no entanto de idade e relações estratigráficas ainda problemáticas (2)). Outros depósitos quaternários (detalhadamente estudados e estratigraficamente ordenados anteriormente, por exemplo por Ab'Saber, 1969c), salvo eventuais referências genéricas aos aluviões holocênicos, são praticamente ignorados.

Posteriormente, Riccomini (1989) propôs, com base em correlações com os depósitos das bacias sedimentares terciárias do Vale do Paraíba, a subdivisão litoestratigráfica do pacote sedimentar terciário paulistano em três formações associadas a sistemas deposicionais diferenciados: Formação Resende (sistema de leques aluviais associado a planície fluvial de rios entrelaçados),

Formação Tremembé (lacustre) e Formação São Paulo (sistema fluvial meandrante).

A separação do pacote sedimentar em formações distintas, no entanto, esbarra: 1) na dificuldade prática de distinção e mapeamento dos depósitos; 2) na complexidade das relações de contato decorrentes do ambiente deposicional e, eventualmente, dos efeitos dos movimentos tectônicos superimpostos. Deve ser lembrado que, como escreve Ab'Saber (1968), *"na seqüência sedimentária da bacia não aparecem desdobramentos de formações, nem tão pouco discordâncias plano-paralelas típicas, existindo tão somente diastemas, de maior ou menor grau de pronunciamento"*. Estas considerações são reforçadas pelas observações de Cozzolino (1980), segundo a qual a diferenciação de camadas na Bacia de São Paulo refere-se principalmente à evolução intempérica e ao posicionamento do nível de drenagem de base, em virtude, dentre outros argumentos, da continuidade granulométrica das diversas camadas e da alternância de camadas de argila e areia até o embasamento.

Apresenta a classificação estratigráfica citada, portanto, e apesar de opiniões em contrário, ainda pouca repercussão em termos aplicados. Conforme Rocha & Celestino (1992): *"(...) ainda não há uma massa crítica de dados geotécnicos associados às formações geológicas, à faciologia e à compartimentação tectônica que possam fornecer subsídios decisivos aos projetos de engenharia"*.

2.3. Os traços gerais definidores da Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo

Como vimos, a morfologia da região de São Paulo é estreitamente relacionada à existência de uma bacia sedimentar, de origem tectônica-erosiva complexa nas bordas, em um compartimento de planalto e circundada por serras. Esta condição resultou no desenvolvimento de um relevo colinoso circundado por corpos graníticos e lentes de metassedimentos mais resistentes sustentando as formas mais salientes. Conforme Ab'Saber (1980), a região mais central de São Paulo corresponde a esse sistema de colinas entalhado a partir da bacia sedimentar, e patamares, terraços e planícies aluviais dos vales, caracteristicamente epirogênicos, do Tietê e Pinheiros, e seus afluentes.

A esculturação da atual conformação morfológica resulta, pois, da superimposição dos rios Tietê e Pinheiros e seus tributários à bacia sedimentar. No entanto, as planícies meândricas quaternárias desses rios e seus principais afluentes, caracterizadas pelo caráter submersível e largura acima do normal,

não são senão o aspecto final de uma complexa história morfogenética, de amplas influências climáticas, tectônicas e mesmo pedogênicas. Isto testemunham os antigos terraços fluviais cascalhentos das cotas 730-732m, os níveis de pedimentação do quaternário antigo, a pedogênese profunda do espigão central, associada ao ciclo que gerou as planícies, com as "argilas porosas vermelhas" e as lateritas ferruginosas que ali retiveram o processo erosivo e, ainda, os depósitos arenosos com estratificações cruzadas sub-varzeanos (os denominados "aluviões antigos", mais recentemente denominados Formação Itaquaquetuba).

Resta por fim levantar a possibilidade de relacionamento, ainda muito pouco estudado, entre a atividade tectônica pós-sedimentar e as formas do relevo. Relacionamento este sugerido por feições topográficas tais como a assimetria de vertentes de vales fluviais como o do Aricanduva, e mesmo o do próprio Pinheiros, sugestivas de blocos adornados posteriormente esculpidos pelo entalhe erosivo, muito embora Ab'Saber (1957) e Almeida (1958) considerem outras causas fundamentais para essas feições: por um lado, a tendência dos rios se abrirem em leque, nas zonas de confluência, quando submetidos à epirogênese (e, nos casos considerados, afastando-se das áreas ocupadas pelas camadas terciárias); por outro, a adaptação estrutural ao contato entre o Terciário e as rochas antigas (ou seja, portanto, um comportamento passivo do substrato). No entanto, trata-se de um aspecto a ser melhor desenvolvido em outra oportunidade.

2.4. O embasamento cristalino-cristalofiliano

Quanto aos maciços sustentados por rochas cristalinas e cristalofilianas dos rebordos da bacia sedimentar terciária, os trabalhos de Coutinho (1972) identificam, ao Norte do MSP, terrenos atribuídos ao Grupo São Roque e, ao Sul, o "Complexo granítico-gnáissico-xistoso-migmatítico". Ao primeiro conjunto correspondem: rochas pelíticas de baixo grau metamórfico (filitos); anfíbolitos (meta-basitos) em abundância na faixa sul; quartzitos (Jaraguá, Japi); rochas cálcio-silicáticas em pequena quantidade; meta-conglomerados e meta-calcários (embora estes últimos não tenham sido mapeados no MSP).

Ao segundo conjunto ("Complexo Cristalino") correspondem gnaisses miloníticos, mica-xistos gradando ou intercalados a gnaisses e "migmatitos". Maciços granitóides, ressaltados no relevo, ocorrem tanto associados ao Grupo São Roque quanto ao Complexo Cristalino.

Conforme as descrições de Coutinho (1972), no Complexo Cristalino não ocorreriam filitos propriamente ditos, somente quartzitos pouco espessos, e também não ocorreriam meta-calcários. Em verdade, nesses terrenos, nos quais em amplas porções do Município (notadamente nas zonas Leste e Sudeste, em uma faixa que se prolonga desde a região Sul, onde foram estudados com detalhe por Vieira, 1989), ocorrem freqüentemente sericita-xistos prateados e muito finos, os quais dificilmente não poderiam ser macroscopicamente classificados como filitos. Os quartzitos realmente ocorrem em camadas de pouca espessura (submétrica a métrica), não mapeáveis, mas por outro lado são extensas as ocorrências de xistos quartzosos e quartzo-mica-xistos.

Merecem ainda ser ressaltados, como o faz Coutinho (1972), dois pontos principais: 1) a grande espessura do manto de intemperismo, resultante da alteração intensa, a qual, se resulta em poucos afloramentos de rocha fresca, também tem papel determinante nas particularidades da apropriação do relevo e problemas geotécnicos decorrentes; 2) a grande expressão das linhas de falhamento, herdadas do Ciclo Tectônico Brasileiro, reativadas de modo complexo no Terciário e configurando uma zona de convergência ou cruzamento recoberta pelos sedimentos da bacia sedimentar.

Notas:

(1) Coutinho (1980, 1989) fala em "turbiditos alimentados por enxurradas, ecorregamentos subaéreos e subaquáticos".

(2) Há uma particular controvérsia no que diz respeito, por um lado, ao posicionamento estratigráfico desses depósitos e, por outro, no papel desempenhado pelo clima e pela tectônica na definição das características do ambiente deposicional. Interpretados inicialmente como depósitos correlacionados a climas relativamente secos, como os rios das savanas, tais sedimentos de "braided channels" são pensados por Riccomini (1989) como formados, ao menos na região de Itaquaquecetuba, em bacias rômbricas definidas por estruturas de direções NNW e ENE. Na verdade, temos observado a possibilidade de justeza dessa interpretação também para outros locais de ocorrência da Formação Itaquaquecetuba, como no vale do Rio Pinheiros, em função do relacionamento entre as estruturas do embasamento, mas no entanto também propiciando um esboço paleogeográfico, em função de um mecanismo de soleira tectônica geomorfologicamente favorável, criadora de relevo local intensificador do gradiente hidráulico nos paleovales da drenagem conseqüente, e ao qual se associa a formação de leques aluviais, por assim dizer, "piemonticos". Seja como for, trata-se de assunto a ser detalhado posteriormente.

CAPÍTULO 3

Linhas gerais da ocupação urbana no Município de São Paulo3.1. A urbanização brasileira no contexto do desenvolvimento capitalista

Segundo o IBGE (1995), a urbanização corresponde a um processo de concentração populacional que envolve dois elementos: a multiplicação dos pontos de concentração de população, ou seja, o surgimento de novos núcleos urbanos, e o aumento do tamanho populacional de núcleos urbanos já existentes. Conforme os autores citados, *“o período pós-50 é caracterizado por forte progressão da população urbana, que de 36,2% em 1950, passa a constituir 67,6% da população total do país em 1980”*. Nesse contexto, o desenvolvimento da industrialização e as transformações verificadas na estrutura agrária foram elementos importantes para a aceleração do processo de urbanização ocorrido no período.

No que se refere ao segundo aspecto, segundo Delgado (1989), a modernização agrícola exerceu influência sobre a intensificação da expulsão da mão de obra do meio rural brasileiro, sendo que na década de 70 a saída líquida da população rural no Brasil superou em quase 2,8 milhões a ocorrida nos anos 60. Conforme o autor citado, *“as regiões Sudeste e Sul - que concentraram nos [anos] 70 tanto a modernização como o grosso da produção agrícola brasileira - participaram, nas décadas de 60 e 70, com cerca de 60% no total das migrações líquidas no campo brasileiro. Essa constatação ressalta o fato de que, no Brasil, o processo de emigração rural intensificou-se, nas últimas décadas, associado às regiões mais desenvolvidas, de agricultura capitalista mais modernizada, e articulada à agroindústria, e não às regiões de agricultura dita tradicional e atrasada”*.

Com referência à primeira questão, vale assinalar que, conforme o IBGE (1995), a urbanização pode ser compreendida como um processo histórico específico, associado ao desenvolvimento de um sistema produtivo, mobilizado em grande parte pelo capital industrial. *“A aceleração do processo no Brasil deu-se particularmente após a II Guerra mundial, quando também se intensificou a economia capitalista no país. Como se sabe, o desenvolvimento de uma nova ordem internacional, implicando a ascensão do capital monopolista e seu desdobramento geográfico, representou o fator fundamental na industrialização de economias primárias, que se integram como periferias num contexto de crescente internacionalização do mercado. Dentre os elementos principais de*

mudanças estruturais na vida do país, pode ser apontado o desenvolvimento da indústria que passou a ser o motor primordial da acumulação e de reformulação da divisão social e territorial do trabalho (...)” (IBGE, 1995).

Na análise de Singer (1990), “se se olha os vastos fluxos migratórios que cruzam o território brasileiro, que, de acordo com o Censo de 1970, englobam mais de 30 milhões de pessoas numa população de pouco mais de 93 milhões, é fácil ver que o exército industrial de reserva atinge dimensões formidáveis no Brasil, já que a grande maioria dos migrantes se desloca à procura de trabalho. É um esforço imenso devotado à localização das áreas onde se dá a acumulação de capital e onde em consequência cresce a demanda por força de trabalho. É bastante comum que o mero anúncio do início da construção de uma fábrica atraia ao local numerosos trabalhadores. /.../ O rápido crescimento demográfico da Grande São Paulo é consequência da amplitude do desemprego estrutural do país e do fato de que efetivamente a acumulação se processa em grande escala dentro de seus limites”.

Em conclusão, prossegue Singer (1990): “O que de fato acontece é que a acumulação de capital se dá de forma concentrada no espaço, o que atrai grandes fluxos migratórios. O exército industrial de reserva, sendo constituído por uma grande parcela da população, a qual se torna móvel na medida em que se rompem as peias que as prendiam às áreas rurais, se dirige às metrópoles que oferecem melhores perspectivas de emprego”.

3.2. O processo de ocupação urbana do Município de São Paulo e as características básicas da apropriação do relevo

Tem sido observado que a maior parte dos problemas de natureza geológica causadores de situações de risco, no Município de São Paulo, ocorrem em áreas de terrenos cristalinos e cristalofílicos (ou melhor, maciços constituídos por elúvios e colúvios desenvolvidos sobre tais terrenos). E isto ocorre não só porque tais maciços apresentam piores características geotécnicas (uma vez que grande parte dos acidentes são relacionados a coberturas coluviais, presentes da mesma forma sobre os sedimentos terciários), mas principalmente porque o precário processo de expansão periférica horizontal (periferização) se fez espacialmente ultrapassando os limites da bacia sedimentar paulistana, de ocupação mais consolidada, para adentrar aos mais acidentados domínios do cristalino.

Para compreendermos globalmente tal quadro final, no entanto, faz-se necessário verificar inicialmente as particularidades do processo de ocupação urbana no Município de São Paulo, em suas linhas mestras.

De modo geral pode ser estabelecido que *"o processo de redistribuição espacial da população brasileira tem sido movido (...) por duas forças que atuam ao mesmo tempo: de um lado, uma força propulsora de dispersão rumo a novas fronteiras; de outro, uma força concentradora no pólo dinâmico industrializado do Centro-Sul, São Paulo em particular. /.../ A metrópole apresenta, de forma nítida, o chamado movimento de periferização: o crescimento de seu núcleo central - o Município de São Paulo - é menor que o dos outros municípios metropolitanos. /.../ Na década de 1940-50, o crescimento era em grande parte devido ao componente migratório (76%), situação que se altera nas décadas seguintes, com peso crescente do componente vegetativo. /.../ O rápido crescimento populacional da cidade não foi acompanhado pelo mesmo ritmo de expansão dos serviços básicos de infra-estrutura"* (Rolnik et al., 1991).

No Município de São Paulo, *"até meados deste século a urbanização evitou os terrenos mais problemáticos à ocupação. A partir dos anos 50 e, mais intensamente, nos últimos 20 anos, ocorrem dois movimentos simultâneos: a intensificação das intervenções na rede de drenagem, com obras de retificação e canalização dos rios, bem como aterro das várzeas e incorporação destas à malha urbana; a explosão de loteamentos de periferia, geralmente localizados naquela franja de terrenos mais declivosos e vulneráveis"* (PMSP, 1992a). Neste processo, *"numericamente mais expressiva é a produção de casas pelo processo de auto-construção - cerca de 70% das edificações nas grandes cidades"* (Rodrigues, 1991).

Nesse processo de expansão espacial horizontal, conforme descreve Abreu (1992), *"ao ir além dos limites da Bacia Sedimentar, ocupando as áreas circunvizinhas de seu embasamento pré-cambriano, o território urbanizado acrescentou aos seus problemas econômicos e sociais também aqueles originados pela dinâmica do relevo, introduzidas pela ação do especulador imobiliário, em suas diversas formas (...). Assim a metrópole passou a enfrentar junto com a crise econômica e social também uma crise morfogenética de conseqüências graves"* (grifo meu).

A crise morfogenética referida por Abreu (1992) se relaciona, como regra, às *"práticas urbanas generalizadas no período de expansão, [que] se caracterizam por intensa mutilação da topografia, visando conformar os terrenos à concepção do projeto ou, como é frequente também em*

terrenos mais brandos, em operações de limpeza e regularização da superfície dos terrenos, que resultam em extensas exposições de materiais de sub-solo" (Prandini et al., 1992). E se explica pois "nos rebordos cristalinos da Bacia Sedimentar de São Paulo o equilíbrio das formas de relevo foi alcançado através da gênese de um conjunto diferenciado de materiais de cobertura pedogeneizados e perspassados pelos sistemas radiculares da vegetação, que forma uma verdadeira capa protetora em relação aos materiais do embasamento rochoso alterado 'in situ'" (Abreu, 1992) (grifo meu).

Tais constatações poderiam levar a conclusões genéricas como as sustentadas por Zuquette et al. (1990): "O crescimento acelerado dos aglomerados urbanos, na atualidade, tem provocado a ocupação de partes do meio físico, de diferentes características, sem qualquer preocupação seletiva. (...) As condições de risco são oriundas das variações (anomalias) pertinentes ao componentes do meio físico (material inconsolidado, rochas, águas e relevo) e que não foram consideradas no decorrer da ocupação". Tal visão deixa de tocar, no entanto, em aspectos essenciais.

No Município de São Paulo, o processo de expansão horizontal (o denominado "padrão periférico de crescimento"), em loteamentos ou grandes conjuntos habitacionais, predominante nas décadas de 50 e 60, "longe de representar ausência de planejamento /.../ responde a uma estratégia de máxima acumulação capitalista. Viabiliza o assentamento de amplos contingentes populacionais em loteamentos destituídos de tudo através de um sobretrabalho na autoconstrução, e reduz ao mínimo as necessidades de investimentos em moradia e infra-estrutura, seja pelo setor público, seja pelo setor privado /.../. O esgotamento do modo de expansão periférica, devido à valorização geral dos terrenos, ao achatamento dos salários, à legislação de parcelamento do solo etc., intensifica a favelização, que se sucede geralmente nos terrenos públicos, geralmente (...) vedados à construção pelos códigos - beiras de córregos, alta declividade ou doados pelos loteadores para compor as áreas verdes dos loteamentos, que correspondem, muitas vezes, às regiões da gleba menos propícias para edificações" (Rolnik et al., 1991)

Tal processo, em sua essência, já havia sido diagnosticado por Caio Prado Jr. (1989): "Em resumo, São Paulo compõem-se hoje [década de 30] de um núcleo central que ocupa o maciço cercado pelas várzeas do Tietê, do Tamanduateí e do Pinheiros; e de uma auréola de bairros que se instalaram numa parte destas várzeas e, transpondo-as, vão alargar-se pelas elevações da outra margem. Bairros que nasceram, em sua grande

maioria, ao acaso, sem plano de conjunto; frutos da especulação de terrenos em "lotes e prestações" - o maior veio de ouro que se descobriu nesta São Paulo de Piratininga do século XX. Desenvolveram-se muitas vezes, o mais das vezes mesmo, não porque o local escolhido fosse o melhor ou respondesse mais às necessidades imediatas da cidade, mas simplesmente porque eram vendidos com facilidades maiores de pagamento ou acompanhados de propaganda mais intensa ou mais hábil" .

No entanto, deve ser ressaltado que o crescimento urbano teve caráter diferencial: "A partir de 1940 (...) o tripé loteamento periférico/ autoconstrução/moradia própria altera profundamente a estrutura urbana paulistana, alargando-a para a periferia e deixando-a apta à industrialização acelerada", com padrões de crescimento do anel periférico de 12,9% ao ano na década 1960-70 e 7,4% ao ano no decênio seguinte (Rolnik et al., 1991). Atualmente, no entanto, "a visão da cidade em contínua expansão para a periferia, observada nos últimos 20 anos, transformou-se. As fotos de satélite e as taxas de crescimento intra-urbanas mostram acentuada redução do ritmo de expansão do crescimento desta região. Agora (...) taxas elevadas de crescimento encontram-se também nos anéis interior e intermediário, explicadas em alguns locais por encorticiamento e em outros por verticalização" (Rolnik et al., 1991).

Nesse contexto, "convém enfatizar a existência de novas tendências na distribuição espacial da população de baixa renda. /.../ Sem dúvida, essa é uma dinâmica nova na ocupação do espaço em São Paulo, caracterizada por um visível empobrecimento das zonas mais centrais, sem que com isto se diga que as periferias deixaram de abrigar predominantemente os contingentes de baixo poder aquisitivo. /.../ Este processo de deslocamento dos grupos pauperizados aponta - senão para o esgotamento - para a rápida queda do padrão periférico de crescimento urbano em São Paulo, baseado na auto-construção em terrenos desprovidos de benfeitorias públicas. /.../ A reversão desta forma de assentamento, que foi predominante nos anos 50-60, é decorrência de um conjunto interligado de processos sócio-econômicos. Destaca-se a valorização crescente de áreas em decorrência de melhorias urbanas obtidas com investimentos que o poder público injeta no tecido urbano, tornando mais remotas as possibilidades de comprar um lote e autoconstruir ... /.../ Assinale-se ainda as distâncias a serem cobertas, a precariedade dos transportes públicos e o crescente entrave que passou a significar o custo monetário da locomoção. Diante desses fenômenos, que se acentuaram durante os anos 80, a alternativa para muitas famílias é a moradia em favelas ou cortiços" (Rolnik et al., 1991).

Passaremos a analisar, portanto, as principais formas de assentamento urbano de interesse ao presente estudo.

Grandes Conjuntos Habitacionais

Conforme diagnosticam Rolnik et al. (1991), *"a Cohab, companhia municipal destinada ao financiamento e produção de moradias para a população de até cinco salários (mínimos) produziu, entre 1965 e 1989, 100 mil unidades habitacionais... /.../ A maioria desses conjuntos foi construída em terrenos totalmente impróprios do ponto de vista geomorfológico, situados na zona rural e afastados de quaisquer redes de infra-estrutura"*.

Mas, tratar-se-iam mais de "terrenos impróprios" do que de "implantação e manutenção impróprias"? Destaquemos este aspecto. Em decorrência de sua implantação urbanística, quanto à movimentação de terra, a quase totalidade dos conjuntos habitacionais podem ser caracterizados pela *"terraplanagem drástica com a qual se criam áreas planas, em meio a grandes cortes subverticais e extensos taludes de aterro, resultando uma "cicatriz contínua" em solo de alteração. Essa cicatriz é interrompida, por vezes, por áreas restritas com coberturas de leiras, cuja disposição estratégica e precariedade denotam mais um caráter de cenário provisório que uma medida de proteção efetiva contra a erosão. Não raro, os processos erosivos retardam a ocupação destas áreas, somente salvando-as do total abandono as sucessivas operações de correção e reaterro"* (Prandini, 1985). Segundo o mesmo autor, nesta situação, além dos conjuntos habitacionais, *"pode ser enquadrada boa parte dos loteamentos para todas as classes sociais das frentes de expansão da Grande São Paulo"*.

Como consequência, conforme Rolnik et al. (1991), *"o custo unitário destas moradias, computados a extensão das redes, os serviços de terraplanagem e a recuperação da erosão causada pelos desmatamentos e pela própria terraplanagem, é comparável ao custo de uma habitação de classe média produzida pelo mercado imobiliário"*.

Na verdade, conforme estudos efetuados pela COHAB - a companhia de habitação estatal paulistana -, em 1989, para a "recuperação geotécnica" de conjuntos habitacionais (especificamente Cidade Tiradentes e Barro Branco, na Zona Leste do MSP), constatava-se que os principais problemas de erosão acelerada relacionavam-se a deficiências construtivas: ausência de capeamento de solo argiloso nos aterros efetuados com solo de alteração siltoso (e mesmo

em taludes gramados); más características geométricas do sistema de terraplanagem, propiciando a concentração de água nas extensas plataformas, que escoam por fora do sistema de drenagem ou infiltra favorecendo a erosão interna; o funcionamento ineficiente do sistema de drenagem superficial de águas pluviais (assoreamento, solapamento ou rompimento de canaletas e galerias); a lentidão da implantação do sistema de drenagem e da pavimentação das ruas. Note-se também que as erosões ocorrem principalmente nos aterros, e em pontos onde o sistema de drenagem e proteção superficial são insuficientes. Quanto aos maciços naturais, naqueles lugares onde se efetuaram taludes de corte em saprolito de micaxistos relativamente pouco decomposto, pode ser notado que esse material apresenta erodibilidade relativamente baixa.

Loteamentos

Conforme Rolnik *et al.* (1991), a característica principal dos loteamentos ditos clandestinos *"é contrariar normas de parcelamento e uso do solo que regem a ocupação do espaço no Município. /.../ A cidade de São Paulo foi sendo produzida por loteamentos irregulares que periodicamente iam sendo anistiados e, conseqüentemente, passaram a constar como ruas oficiais (...) - uma cidade real cuja produção cotidiana nada tem a ver com a lei que a regula (...)"*.

Além dos casos de terraplanagens drásticas referidos anteriormente, observa Prandini (1985) que um *"segundo tipo de parcelamento pode ser caracterizado por obras de terraplanagem restritas à implantação das ruas, que são predominantemente paralelas às curvas de nível. As ruas, assim implantadas, normalmente interferem com seus cortes e aterros nos próprios lotes posteriormente comercializados. A disposição dos lotes se dá com a sua maior dimensão no sentido da maior declividade das encostas. Esta concepção transfere aos moradores uma expressiva e penosa movimentação de terra que se prolonga por todo o período de ocupação. Este processo resulta em uma sucessão de cortes e aterros que interferem desde sua implantação com lotes vizinhos e equipamentos públicos, expondo também à erosão uma superfície não menos expressiva de solo de alteração. Este tipo é bastante freqüente nos loteamentos, clandestinos ou não, destinados à população de baixa renda"*.

Conforme Abreu (1986), *"na década de 70, a expansão progressivamente mais rápida da urbanização e da especulação imobiliária sobre os terrenos pré-cambrianos dos rebordos da Bacia Sedimentar trouxe consigo o problema da erosão agressiva, particularmente linear, com o surgimento de um processo de ravinamento generalizado que*

envolve a grande maioria dos loteamentos e atinge de maneira mais dramática a população mais humilde, cujas construções são mais frágeis". Segundo sintetiza o autor, os problemas se originam pela forma como se processa sua instalação: "1) derruba-se a mata ou a vegetação arbustiva ou herbácea residual porventura existente; 2) raspa-se o terreno, removendo-se o solo ou colúvio pedogeneizado e demais materiais de cobertura, deixando-se à vista a rocha alterada "in situ" (...) com o objetivo de facilitar a implantação das construções no lote; 3) implanta-se o arruamento que, na grande maioria dos casos, é feito com traçado inadequado em relação à geometria das formas (...); 4) procede-se à venda e ocupação dos lotes, sem que se promova por parte dos responsáveis a construção da infra-estrutura necessária, entre as quais a destinada à coleta das águas usadas e do escoamento pluvial". Deve ser registrado que, já na década de 50, Ab'Saber (1957) assinalava os efeitos erosivos das enxurradas em loteamentos, nos quais a remoção dos horizontes superficiais de solo expunha horizontes de gnaisses profundamente decompostos, nos morros periféricos da cidade. Conforme o autor citado o ravinamento, conformando-se como treliças de sulcos parte adaptados e parte normais à direção da xistosidade, "trata-se de um sério problema para os que se atrevem a lotear sem conhecer o comportamento do material de decomposição perante as enxurradas. A conservação, tanto quanto possível, dos horizontes superficiais do solo e da vegetação rasteira, constitui uma das únicas formas para se evitar a desforra das forças naturais no caso".

Por fim, registre-se que Taveira (1993), ao analisar particularizadamente vários loteamentos irregulares no Município de São Paulo, descreve entre os principais problemas encontrados aqueles referentes aos depósitos de origem humana (planícies formadas por deposição de rejeitos de mineração, aterros, vales e cavas de mineração desativadas preenchidos por entulhos), a possibilidade de rolamento de matacões, escorregamentos associados a estruturas reliquias, as erosões intensas em solos residuais ou depósitos de origem humana, os assoreamentos de córregos e os cortes instáveis, entre outros.

Favelas

Conforme foi visto, Rolnik et al. (1991) mostram que "o esgotamento do modelo de expansão periférica, devido à valorização geral dos terrenos, ao achatamento dos salários, à legislação de parcelamento do solo etc., intensifica a favelização, que se sucede geralmente nos terrenos públicos". Conforme os autores citados, "a

ilegalidade destes assentamentos habitacionais é determinada, em primeiro lugar, pela condição de acesso à terra - ocupada e não comprada. /.../ O segundo aspecto de clandestinidade está no tipo de área ocupada, pois, geralmente, são vedados à construção pelos códigos - beiras de córregos, [de] alta declividade ou doadas pelos loteadores para compor as zonas verdes do loteamento, que correspondem, muitas vezes, às regiões da gleba menos propícias para as edificações" .

Curiosamente, um efeito associado a esta "clandestinidade" é uma espécie de "segregação" de determinação geológica e geomorfológica. Trata-se de uma situação geomorfológica peculiar, particular às franjas erosivas que atualmente delimitam os restos da Bacia Sedimentar Terciária, e à qual associa-se a localização de diversas favelas em terrenos cristalinos. Como já havia sido observado por Ab'Saber (1968): *"À medida que se distancia das primeiras colinas de além-Tietê e além-Pinheiros, os depósitos da Bacia ficam confinados aos irregulares espigões das altas colinas regionais, enquanto que os flancos das mesmas, via de regra, são constituídos por xistos cristalofílicos ou faixas de granitos ou gnaisses"*. Ocorre que tais vertentes de declividades mais acentuadas, e em particular as cabeceiras de drenagem e grotões (canais de escoamento encaixados), escavados no cristalino e de ocupação dificultada, são exemplos típicos de locais destinados a constituírem "áreas verdes" ou deixados para trás pela urbanização.

Merece ser destacado também aqui o caráter particular do processo de favelamento em São Paulo: *"Contrariamente à grande maioria das grandes cidades brasileiras, São Paulo não apresentava no início da década de 70 uma porcentagem muito grande da população morando em favelas. Foi nessa década, com o declínio dos loteamentos populares, que surgiram mais da metade das favelas, que passaram a marcar a paisagem de São Paulo. /.../ Assim, inúmeros terrenos vazios espalhados pela malha urbana vão sendo invadidos espontaneamente, configurando até 1987 cerca de 1600 favelas onde morava 8% da população do município naquele ano"* (Bueno et al., 1992). Tais assentamentos, conforme Vêras & Taschner (1990) ocupavam aproximadamente 1821 ha (1,27% da área total ou 2,15% da área urbanizada do município), resultando uma densidade demográfica de aproximadamente 446 habitantes por hectare.

Esclarecem ainda Vêras & Taschner (1990): *"As primeiras favelas aparecem em São Paulo no início da década de 40. Contudo, o fenômeno da favelização só vai se desenvolver em larga escala nos anos 70 (...)".* Nesta década, *"surgiram 823 favelas, 51,7% do estoque de favelas do município em 1987. Durante os anos 80 (...) formaram-se no tecido urbano 353 favelas, 22,17% do total dos 1.592 assentamentos favelados*

paulistanos" (dados de 1987). Fato este que pode então ser compreendido em função das características da acumulação capitalista brasileira anteriormente descritas.

Prosseguem no entanto Vêras & Taschner (1990), procurando caracterizar a distribuição espacial das favelas: *"O enorme incremento das favelas no Município de São Paulo não se deu uniformemente pela cidade. Examinada em seu conjunto, São Paulo revela em sua porção Sul-Sudeste cerca de (...) 70% de suas favelas e dos domicílios favelados (quase cem mil domicílios). Já as regiões Norte (16% do total dos domicílios favelados) e Leste (15%) representam quadrantes em que o processo se apresenta menos significativo. /.../ Nas várzeas estão muitas favelas das regiões Sudeste e Leste, enquanto nas encostas íngremes. Muitas são da região Norte. Já às margens de córregos (50% das favelas da cidade), rios e represas, a grande maioria está na região Sul, em especial em Campo Limpo e Santo Amaro". É preciso ressaltar que "cerca de 2.500 famílias moram sobre lixo - incluindo áreas geridas pela Prefeitura e aquelas em que a população joga detritos e detritos -, compreendendo quase 14 mil pessoas, especialmente na região Norte"* (Vêras & Taschner, 1990).

Dados mais atualizados, divulgados pela Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP, 1992c), apontam que São Paulo contaria em 1992 com aproximadamente 1.800 favelas, onde viveriam aproximadamente 1 milhão de pessoas em mais de 190.000 moradias, correspondendo respectivamente a 11% e 6,8% da população e dos domicílios do Município. O crescimento entre 1987 e 1992 se deu notadamente nas regiões sul (Campo Limpo e Capela do Socorro), norte (Vila Maria e Vila Guilherme) e leste (Itaquera). Mais recentemente, Taschner (1996) cita que *"as favelas de São Paulo abrigam hoje 378.683 domicílios, com população de 1.9 milhão de pessoas, aproximadamente 19% da população paulistana estimada para 1993"*.

A estas constatações vem se somar a observação efetuada por Prandini et al. (1992): *"Já as glebas com problemas já manifestos, como porções íngremes de encostas, anfiteatros de cabeceiras de drenagem, margens de córregos e várzeas alagadiças, que foram deixadas para trás pelo crescimento urbano, passaram a ser ocupadas mais intensamente somente na década de 80"*. No entanto, isso não significa que não tivessem "uso". As áreas "deixadas para trás" pela urbanização foram os locais preferidos para a deposição (e, raramente, disposição tecnologicamente controlada) dos escombros e detritos resultantes da própria urbanização: botaforas de solos, entulhos e lixo nas encostas; áreas aterradas nas várzeas; fontes de material de empréstimo. Enfim, gerando depósitos tecnogênicos com os quais se vai deparar esta última fase de ocupação dos "interstícios" da malha urbana.

3.3. As determinações da apropriação do relevo urbano

A forma de ocupação urbana e apropriação do relevo é, no caso do Município de São Paulo, mais significativa na geração de acidentes geológicos (entre os quais se destacam os escorregamentos) que o fator representado pelo substrato. O que não quer dizer no entanto que este não tenha influência no processo de ocupação.

Devemos lembrar, como já comentamos, que em regiões tropicais úmidas (onde a ação do intemperismo é mais acentuada, sob condições biostáticas, que os fatores erosivos) a ocorrência de espessos mantos de alteração é característica. Assim, conforme escreve Wolle (1985), *"nessas condições, problemas de estabilidade de taludes são predominantemente relacionados ao comportamento dos solos saprolíticos e saprolitos e, às vezes, dos horizontes laterizados, onde estes apresentam grandes espessuras (ou no caso dos taludes de corte de pequena altura"*. Devemos acrescentar necessariamente as porções mais jovens e superiores desse perfil, representados pelos depósitos tecnogênicos, quer sejam camadas de coberturas superficiais ou espessos maciços de aterro.

A busca da apropriação máxima dos precários espaços disponíveis pela população (lotes, espaços em favelas) leva à modificação da geometria da encosta, através de técnicas precárias, freqüentemente manuais, de utilização propiciada pela grande espessura do regolito e sua coberturas, de trabalhabilidade relativamente fácil. Nestes "processos", as mutilações nos sopés das encostas são o fator indutor mais freqüente de escorregamentos, conjuntamente com os aterros lançados, e são deflagrados em geral - mas não necessariamente - por chuvas intensas.

Voltaremos a tal assunto nos capítulos subseqüentes, analisando-lhe as particularidades. Mas veremos que, em regra, os volumes de materiais em geral mobilizados pelos escorregamentos, se não podem ser classificados como catastróficos, freqüentemente são suficientes para destruir total ou parcialmente pequenas edificações, gerando prejuízos materiais significativos para os moradores ou mesmo causando mortes. E tais conseqüências são tão mais prováveis quanto maior a precariedade das edificações envolvidas.

Tais situações são, assim, em geral de caráter localizado (isto é, afetando áreas restritas ao próprio fenômeno induzido, característica já referida por Ávila *et al.* (1987), para os escorregamentos), porém disseminado, sendo relativamente poucos os problemas de grande porte (estes relacionados

quase sempre a aterros de "botafora"). Dessa forma, não constituem notícia (a não ser quando já tomam dimensões catastróficas por sua frequência), freqüentemente não constam de registros e estatísticas pormenorizados, não constituem preocupação oficial efetiva.

Dados oficiais da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP, 1995), referentes às ocorrências de "inundações" ou "deslizamentos de terra" (e que, conforme o próprio documento, não abrangeram todas as áreas de risco do município) dão conta que o número total de ocorrências nesse período foi de 473, sendo 31% concentrados na região de Campo Limpo. Os deslizamentos de terra corresponderam a 44,9% do total das ocorrências, sendo também que 10,1% do total correspondem à ocorrência simultânea de inundações e deslizamentos. Ressalta o relatório citado que *"um dos pontos que mais chamam a atenção é a Regional de CL [Campo Limpo] que apresenta o maior número de áreas com deslizamentos, perfazendo um percentual [do total de ocorrências, inundações mais deslizamentos] de 20,9% do total do Município, devido ao maior adensamento de favelas do Município de São Paulo"* (PMSP, 1995).

Em síntese, o que se observa no Município de São Paulo é uma situação de particular "convergência" entre as características da ocupação urbana e as propriedades do substrato (ou melhor, do relevo dependente deste último). Se, como diz Abreu (1986), até fins da década de 60 os problemas de erosão e deslizamentos de encostas chamaram pouca atenção na área urbana de São Paulo, consideramos que isto se deve não em primeiro lugar ao fato das formas de relevo esculpidas sobre sedimentos da Bacia de São Paulo serem menos sensíveis à erosão, mas ao fato destas terem propiciado uma ocupação menos problemática, e efetivamente terem sido ocupadas em tempos em que isto foi possível. À expansão periférica, corresponde a ocupação dos relevos mais agitados do embasamento cristalino, conjugando-se a forma de ocupação precária condições desfavoráveis do substrato.

Deve ser ressaltado que as situações de riscos geológicos mais comuns, nas áreas de expansão urbana periférica da metrópole, devem ser encaradas enquanto particularidades características de um certo momento histórico, nesses locais. Sua concentração tende a deslocar-se com a frente de expansão urbana, enquanto as áreas anteriormente ocupadas consolidam-se. A "crise morfogenética" (Abreu, 1992) migra com a expansão da cidade, sendo substituída por uma "estabilidade morfodinâmica antrópica" (*sensu* Ross, 1991), nas áreas urbanas consolidadas (estas que vão apresentar problemas geológicos qualitativamente diferenciados).

É também a compreensão histórica das determinações sociais e econômicas que permite, como vimos, entender a convivência, dentro da metrópole mais desenvolvida do país, da apropriação do relevo segundo as técnicas mais modernas e "recomendáveis" e segundo a mais brutal precariedade imposta pela necessidade, e a conseqüente geração das "áreas de risco". Ou seja, da imposição social de relações diferenciadas com a natureza.

Apenas um exemplo analógico será suficiente para representar tal contradição: Conforme escreve De Martonne (1991, obra de 1913), *"uma recente observação em Madagascar feita pelo Capitão Carrier (...)"* mostra que *"sobre os planaltos elevados do Emyrne, os indígenas que se servem das placas graníticas para fazer pedras sepulcrais, ajudam o trabalho da natureza acendendo fogos sobre as superfícies rochosas nuas, para logo jogar água fria em cima delas"*. A população das favelas da zona norte do Município de São Paulo, localizadas em grande parte em terrenos graníticos, se utiliza hoje da mesma técnica primitiva para o desmonte de matacões, al lado ou sobre os quais edificam suas habitações..

Fotografias 3.1 e 3.2. Ocupação de cabeceira de drenagem de altas declividades. Acima, o patamar intermediário agora recoberto por vegetação rasteira era ocupado por moradias de madeira. Abaixo, a ocupação do fundo do vale e do topo da encosta (notar patamares de corte). Favela do Jardim Eliane, zona Leste do MSP.

Fotografias 3.3 e 3.4. Ocupação de encostas de alta declividade com a criação de patamares à meia encosta, com conjunção de cortes e aterros lançados e clara indução de escorregamentos superficiais remontantes. Abaixo, fotografia aérea de baixa altitude mostrando a mesma área ao fundo (Jd. Paranapanema, Campo Limpo, Zona Sul do MSP).

Fotografias 3.5 e 3.6. História da ocupação precária de uma área terraplanada e abandonada, constituída pelos patamares de corte e aterro vistos ao fundo na foto de cima. Abaixo, o início da ocupação, realizada em poucas semanas, no patamar superior, ao pé do talude e através de corte no próprio talude de aterro (Jd. Paranapanema, Campo Limpo, Zona Sul do MSP).

Fotografias 3.7 e 3.8. Fotografias aéreas de baixa altitude da ocupação do Jardim Parapanema.

Fotografias 3.9 e 3.10. Acima, ocupação de encosta de alta declividade pela "sistema" de conjugação de cortes e aterros lançados para a criação de patamares individualizados. Notar a predominância de cortes verticais de elevada altura, propiciados pela alavada resistência e coesão do solo saprolítico de rocha gnáissica, em condições não saturadas. Abaixo, evidencia-se a resistência do solo (notar a escada esculpida no primeiro patamar), mas também os problemas de erosão em sulcos e escorregamentos paralelos à face do talude inferior. Jardim Ibirapuera, Campo Limpo, Zona Sul do MSP.

Fotografias 3.11 e 3.12. Influência da litologia no comportamento dos maciços saprolíticos frente à ocupação. Acima, taludes de corte em saprolito de metarenito micáceo (Vila Prudente, sudeste do MSP), de elevada estabilidade. Abaixo, taludes de corte de baixa estabilidade em solos saprolíticos siltsos derivados de micaxistos do Grupo São Roque (Morro Doce, noroeste do MSP).

Fotografias 3.13 e 3.14. Acima, implantação típica de um conjunto habitacional com amplos movimentos de terra e deficiência dos sistemas de drenagem superficial e proteção vegetal, acumulando concepções equivocadas de projeto com a precária execução das obras. Cidade Tiradentes, extremo leste do MSP. Abaixo, início do processo de ravinamento nos patamares de aterro desprotegidos, no mesmo local.

Fotografias 3.15 e 3.16. Comportamento diferenciado dos taludes nas mesmas condições geológicas regionais. Acima, talude de corte em maciço saprolítico de micaxistos, de boa resistência, resistente à erosão mesmo sem qualquer proteção vegetal. Abaixo, processo de erosão em sulcos evoluindo para ravinamentos em talude de aterro, efetuado com solo predominantemente arenoso, com cobertura de grama. Cidade Tiradentes, extremo leste do MSP.

PARTE II

PROBLEMAS GEOLÓGICOS DA APROPRIAÇÃO
DO ESPAÇO URBANO

CAPÍTULO 4

A expressão geológica dos depósitos tecnogênicos urbanos: Parte I (particularidades dos depósitos tecnogênicos de encostas)

4.1. Características gerais dos depósitos tecnogênicos

Chemekov (1983) define os depósitos formados em decorrência da atividade humana como tecnogênicos. Nas palavras de Oliveira (1990), *"poder-se-ia adotar o termo antropogênico para designá-los; entretanto, esta palavra também tem sido empregada para qualificar eventos do Antropógeno, ou Período Antropogênico, desde que foi proposta por Pavlov em 1912 [ver por exemplo Gerasimov & Velitchko, 1984]. /.../ Além dos depósitos tecnogênicos específicos induzidos pela erosão, o termo caracteriza uma vasta gama de depósitos formados como resultado da ação humana (...). Tentativamente, poder-se-ia classificá-los em três tipos [genéticos] principais: construídos (aterros, corpos de rejeito etc.); induzidos (assoreamento, aluviões modernos etc.); e modificados ("depósitos" naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos etc.)"*. Embora existam propostas de classificação mais detalhadas para tais depósitos (como por exemplo os onze tipos definidos com base na tríade gênese-composição-morfologia do corpo geológico, por Chemekov, 1983), acreditamos que a proposta de Oliveira pode ser eficazmente empregada, em um primeiro momento, inclusive em termos de mapeamento.

Cite-se ainda, no entanto, a classificação dos "solos altamente influenciados pelo homem" de Fanning & Fanning (1989), a qual pode ter interesse no que diz respeito aos depósitos tecnogênicos urbanos. A classificação referida utiliza quatro categorias principais, a nomenclatura das quais reproduzimos utilizando barbarismos de linguagem de forma a não deturpar o significado da proposta original. São elas:

1) Materiais "úrbicos" (do inglês *urbic*): tratam-se de detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, freqüentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plástico, metais diversos, pedra britada, cinzas e outros, provenientes por exemplo de detritos de demolição de edifícios;

2) Materiais "gárbicos" (do inglês *garbage*, lixo): tratam-se de depósitos de material detrítico com lixo orgânico, de origem humana e que, apesar de conterem artefatos em quantidades muito menores que a dos

materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas.

3) Materiais "espólicos" (do inglês *spoil*, despojo): materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplenagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis. Contêm muito pouca quantidade de artefatos, sendo identificados pela expressão geomórfica "não natural", ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.

4) Materiais "dragados": materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d'água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

Realmente, conforme descrevem Chemekov (1983) e Ter-Stepanian (1988), os depósitos tecnogênicos são caracterizados por sua grande variedade e por feições diferenciadas claras, e caracterizam uma classe genética independente (como os aluviais, os vulcânicos etc.), embora possam ser traçadas analogias aos depósitos naturais. São independentes (ou diríamos, guardam elevado grau de independência) da situação externa (rocha do substrato, posição hipsométrica, clima, tectônica), e em geral contêm artefatos diversos.

Os depósitos tecnogênicos podem resultar, ainda, das modificações *in situ* do solo natural. Já nas classificações pedológicas denomina-se "horizonte A antrópico" (o *anthropic epipedon* da classificação taxonômica do *Soil Conservation Service* norte-americano), conforme Souza (1995), ao horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pelo homem, como lugar de residência ou de cultivo, por períodos relativamente prolongados, com adição de material orgânico em mistura ou não com material mineral.

Ainda quanto a este último aspecto, o efeito da "alteração" de solos pré-existentes, ou de sua "estabilização" química, vem sendo estudado, por exemplo, em solos argilosos, em termos de alterações nas trocas iônicas, natureza dos fluidos dos poros, conteúdo de material orgânico etc., e conseqüente alteração de suas propriedades (mudanças de volume, resistência e permeabilidade) (ver por exemplo Nakayama & Miura, 1987; Sridharan & Sivapullaiah, 1987; Sivapullaiah & Sridharan, 1987). De fato, como citam Fanning & Fanning (1989), várias substâncias têm sido adicionadas ao solo pelo homem, seja deliberadamente para "melhoramento" - fertilizantes, pesticidas, etc.) ou de outras formas (metais pesados, compostos químicos diversos).

Seja como for, é importante ressaltar a conclusão de Oliveira (1994): *"Além de seu conteúdo, a forma de ocorrência dos depósitos tecnogênicos também responde a um conjunto de técnicas de uso do solo, específico do estágio de evolução do homem, segundo as circunstâncias históricas da região considerada [...]. esta forma de abordar os impactos da ação humana no meio ambiente aponta a expressão tecnogênico como a mais rica na conceituação dos referidos depósitos"*.

Interessa-nos aqui notar que, dentre o espectro relativamente amplo dos depósitos tecnogênicos urbanos, um tipo tem se destacado pela ampla ocorrência e, principalmente, pelo relacionamento à geração de situações de risco em áreas de precária ocupação - situações essas de porte limitado em geral, mas que nem por isso deixam de ter gravidade significativa -: as *coberturas remobilizadas*. Trataremos em capítulo posterior dos grandes depósitos tecnogênicos construídos.

4.2. As Coberturas Remobilizadas

O termo *coberturas remobilizadas* foi utilizado por Peloggia *et al.* (1992) e Peloggia (1994) para descrever os capeamentos superficiais tecnogênicos ricos em detritos e artefatos frequentemente encontrados em encostas em favelas no Município de São Paulo, diretamente relacionados à atividade humana (deve ser lembrado no entanto que a referência a *"lançamentos de lixo revestindo encostas de colinas"* já é feita, por exemplo, por Prandini *et al.*, 1974).

Tais depósitos, detalhadamente descritos por Peloggia (1994), constituem-se de uma matriz de solos lançados e solos superficiais remobilizados, que engloba entulhos e artefatos diversos (madeira, restos de construção civil e demolições, restos de pavimentos, brita, ferro-velho) e lixo (sacos plásticos, restos de roupas, borracha, papel, matéria orgânica). São extremamente heterogêneos e atingem espessuras observadas de 1 até 7m, como demonstrado pelas seções geológicas, levantadas com apoio de dados de investigações de sub-superfície, em diversos locais. Tratam-se, portanto, de "materiais úrbicos" na classificação de Fanning & Fanning (1989) (foto 4.3)

Erroneamente, o mesmo conceito é apropriado por Figueiredo (1995), com a desastrada denominação de *"solos pós-transformados"*, a qual melhor se apropriaria ao caso supracitado dos depósitos tecnogênicos modificados. Por outro lado, depósitos semelhantes foram posteriormente citados com a denominação de solos antrópicos, por exemplo (Pupo & Lopes

,1993), a qual, no entanto, pelo caráter geral, não representa a particularidade deste tipo de depósito.

À maneira dos depósitos tecnogênicos de assoreamento, descritos por Oliveira (1990) e Oliveira et al.(1992), que se assemelham aos aluviões, as coberturas remobilizadas comportam-se como "colúviões" de origem humana e evolução muito rápida. Não são correlativos no entanto, como os primeiros, à erosão, mas sim aos movimentos de terra (terraplanagem) e geração de detritos resultantes da desordenada ocupação das encostas; lançados em "bota-fora" e vazadouros clandestinos às cristas, por sobre a vegetação, são remobilizados sucessivamente pelas enxurradas e movimentos de massa (figura 4.1, fotografias 4.1 e 4.2).

Características Geotécnicas

Como descreve Peloggia (1994), as coberturas remobilizadas apresentam, como regra, quando secas, comportamento competente ("rígido") e resistência relativamente alta, provavelmente os restos de madeira, entulhos, plásticos e outros artefatos funcionando como elementos de ligação e reforço do solo ressecado (como um "esqueleto" ou "armação"), aumentando-lhe a resistência à tração. Observa-se freqüentemente a criação de proeminências suspensas ("em balanço") devido ao descalçamento por erosão ou instabilização do terreno subjacente. Tal característica de boa resistência em condições secas já havia sido notada por Pupo & Lopes (1993) durante mapeamentos geológico-geotécnicos voltados à urbanização de favelas no Município de São Paulo, em 1992. Esse comportamento, no entanto, é drasticamente modificado com o umedecimento e saturação, quando pelo amolecimento assumem comportamento plástico ou mesmo de fluido viscoso em casos críticos.

São ausentes as estratificações e estruturas (feições genéticas espacialmente definidas) internas, sendo marcante a heterogeneidade composicional e granulométrica, em função dos tipos de solo que a deram origem (em geral provenientes da própria encosta ou de movimentações de terra nas proximidades ou não) e da quantidade e tipo dos entulhos, artefatos e mesmo lixo presentes.

A heterogeneidade dos depósitos leva à expectativa de que as propriedades geotécnicas sejam bastante variáveis de um local a outro e mesmo em um só depósito, não permitindo portanto a tentativa de definição laboratorial de dados quantitativos representativos. No entanto, entre as características comuns observadas, condicionadas pela gênese particular, são destacáveis: a compacidade e consistência (dependendo da granulometria predominante na matriz) em geral fofa e muito mole a mole (valores do SPT -

Standard Penetration Test - entre 0 e 4) predominantemente, ou eventualmente média (SPT da ordem de 6 a 9) a maiores profundidades (da ordem de 4 a 7m); as elevadas macro-porosidade e permeabilidade. Na maior parte dos casos é nítido o contraste geomecânico com o substrato (solo superficial ou solo saprolítico freqüentemente) menos permeável, possibilitando a percolação preferencial da água de infiltração ao longo do contato das camadas, ou mesmo a criação de um nível d'água transitório (temporário) restrito à camada superficial.

São materiais favoráveis ao rápido crescimento da cobertura vegetal (gramíneas), razão pela qual em geral não se observam problemas de erosão, sendo este rápido recobrimento vegetal uma característica que freqüentemente dificulta sua identificação e mapeamento. Quanto à escavação são materiais de 1ª categoria (1), a não ser na eventualidade de ocorrência de entulhos de maior porte.

Estabilidade

As próprias condições de formação desses depósitos (movimentações e reestabilizações sucessivas a partir de um "bota-fora") já implicam em precárias condições de estabilidade ("coeficientes de segurança" próximos à unidade); dessa maneira quaisquer mutilações ou alterações nas condições de equilíbrio (cortes na base ou à meia-encosta, lançamentos de águas servidas, infiltrações a partir de fossas e chuvas intensas são as mais freqüentes) podem induzir facilmente a ruptura. Localmente podem ser observados freqüentemente claros sinais de movimentos de rastejo ("*creep*").

Tais mutilações em geral decorrem do próprio processo de ocupação das áreas de ocorrência por assentamentos espontâneos (favelas, "invasões"), com suas características de precária implantação (conjugação de cortes e aterros para criação de plataformas para construção de moradias, por exemplo) e deficiências de infra-estrutura típicas. Ao cortar a encosta, buscando a criação ou expansão de um espaço horizontal, o morador retira a sustentação da camada; o talude pode permanecer, no entanto, em situação de estabilidade aparente, até que um fator adicional (em geral a infiltração das águas de chuva ou servidas) deflagre a ruptura. Nessas condições, em se considerando encostas de declividades fortes ou moderadas, o grau de perigo à ruptura será via de regra Alto ou Moderado, conforme a conceituação proposta por Hunt (1990).

O porte, natureza e abrangência das instabilizações, e suas conseqüências, serão no entanto determinados pelas condições locais (espessura do depósito, declividade e estado de mutilação da encosta).

Exemplos do Município de São Paulo

Como exemplos dos escorregamentos de maior porte observados podem ser citados os acidentes ocorridos em encosta na favela "Penhinha" (Jd. Sto. Antonio), em dezembro de 1991, e favela "Gervásio Botelho" (Americanópolis), em novembro de 1992, além dos escorregamentos relatados na favela do Jd. Eliane (Itaquera). Todos tiveram características intermediárias entre rupturas translacionais de solo (superfície de ruptura de seção transversal rasa) e corridas de terra e detritos (no sentido que lhes atribuem Guidicini & Nieble, 1983), envolvendo no entanto quantidades variadas de material movimentado.

O escorregamento ocorrido na Favela "Penhinha" (Jd. Santo Antônio, zona Sul de São Paulo) envolveu volume de material semifluido mobilizado da ordem de 200 m^3 , movimentado com rapidez por até quarenta metros até se estabilizar no pé do talude de inclinação média de aproximadamente 30° , e energias suficientes para arrastar barracos de madeira e destruir total ou parcialmente casas de alvenaria. Investigações de sub-superfície realizadas após o acidente, totalizando doze sondagens a percussão, permitiram definir a geometria do escorregamento e o comportamento espacial da cobertura; pode assim ser caracterizada a superfície de ruptura (por compração à conformação topográfica pré-escorregamento), a qual não afetou o maciço subjacente (constituído por solo saprolítico e bolsões de rocha alterada) (figura 4.2, fotografias 4.5 e 4.6).

O escorregamento da favela da rua Gervásio Botelho teve características gerais muito semelhantes, de movimentação superficial tipo "corrida de lama", que se estabilizou ao pé da encosta após destruir aproximadamente nove barracos de madeira.

Em ambos os casos as rupturas foram induzidas pelo encharcamento superficial resultante do lançamento de águas servidas, e deflagrados por chuvas intensas.

Quanto aos escorregamentos do Jd. Eliane, zona Leste de São Paulo, cujas características locais são detalhadamente descritas por Barros & Peloggia (1993), para a ocorrência de 1^o de abril de 1992 foi registrada precipitação de 39mm, com o acumulado a partir de 29 de março de 68mm (dados da Estação Itaquera do DAEE).

Por fim, registre-se que no período chuvoso do verão de 1994/1995, foram observados novos escorregamentos envolvendo coberturas remobilizadas, posicionadas em anfiteatros de cabeceira de drenagem, na Favela

do Jardim D'Abril (Butantã, Zona Oeste do MSP), entre inúmeras outras ocorrências. Ainda, que outras ocorrências desses depósitos têm sido caracterizadas através de investigações de sub-solo, citando-se aquelas da favela Heliópolis e da favela do Jaguaré (figuras 4.3 e 4.4).

Notas:

(1) Materiais de "1ª categoria" quanto à escavação são aqueles removíveis sem a necessidade do uso de explosivos, e manualmente ou com o emprego de máquinas leves (conforme a classificação do IPT em Ponçano *et al.*, 1981).

Figura 4.1. Gênese e ocupação da cobertura remobilizada. (a) movimentações sucessivas por escorregamentos e enxurradas a partir de aterros de "bota-fora", vazadouros de lixo e também envolvendo o solo superficial. ss: solo superficial; ssp: solo saprolítico; BF: "bota-fora"; V: camada de vegetação superficial encoberta; LX: vazadouro de lixo; R: ruptura no "bota-fora" podendo envolver o ss. (b) forma característica de ocupação da encosta por assentamento espontâneo. Notar a implantação das moradias em patamares de compensação corte (C) - aterro (A). As setas indicam o fluxo preferencial de infiltração a partir de lançamentos de águas servidas (L), fossas rasas (F) e águas pluviais mal drenadas. cr: cobertura remobilizada. (Peloggia, 1994)

Figura 4.2. Escorregamento de dezembro de 1991 na favela "Penhinha", Jd. Sto. Antonio, A.R. Campo Limpo, São Paulo. Acima: planta baseada em levantamento topográfico em escala original 1:500, com curvas de nível de metro em metro. R: raiz do escorregamento (cicatriz); ZF: zona de fluxo do material escorregado; B: base do escorregamento (zona de acumulação dos detritos). Abaixo: perfil geológico-geotécnico. SP: sondagem a percussão, graduada em metros; CR: centro geométrico da superfície circular de ruptura; L: local de lançamento de águas servidas. Legenda: 1- moradias na encosta; 2- moradias destruídas; 3- massa escorregada; 4- cobertura remobilizada (predominantemente argila siltosa de cor marrom amarelada ou variegada, com detritos (restos vegetais, brita, entulhos etc) e mica, de consistência mole a muito mole; 5- solo superficial de constituição silto-arenosa, micácea, cor marrom e compactidade fofa a medianamente compacta; 6- solo saprolítico e saprolito de anfibolito (areno-siltoso/muito siltoso, cor cinzenta ou marrom, medianamente compacto a compacto, com veios de quartzo); 7a- superfície pré-escorregamento; 7b- contatos geológicos prováveis. (Peloggia, 1994).

Figura 4.3. Seções geológicas em encostas da Favela Heliópolis, zona Sul do Município de São Paulo. **Tecnógeno:** 1) coberturas remobilizadas e aterros lançados do tipo "bota-fora" (argilas muito arenosas com entulhos e detritos vegetais, de coloração variegada, mole a rija. **Quaternário:** 2) aluvião: argila "orgânica" pouco arenosa, preta, de consistência muito mole; 3) solo superficial/horizonte pedogênico: argila pososa pouco arenosa vermelha, de consistência mole a muito mole. **Terciário:** 4) argila plástica siltosa cinza-esverdeada, pouco arenosa, média a dura; 5) areia média argilosa com seixos, fofa a medianamente compacta. 6) limite da investigação geotécnica. SP: sondagens a percussão.

Figura 4.4. Seção geológica em encosta da Favela do Jaguaré, zona Oeste do Município de São Paulo. **Tecnógeno:** 1) cobertura remobilizada: camadas de argilas siltsas e arenosas, com entulhos. **Quaternário:** aluvião: (2) camada superior de argila cinza-escura; (3) areia média a fina argilosa com seixos. 4) Solo superficial (colúvio?)/horizonte pedogênico: argila siltsa pouco arenosa a silto-arenosa, ou silte argiloso pouco arenoso. **Maciço pré-Cambriano intemperizado:** 5) Solo saprolítico e saprolito de gnaisses, pouco compacto a compacto com a profundidade, de constituição de silte areno-argiloso micáceo a silte argiloso pouco argiloso ou areno-argiloso. **Pré-Cambriano:** 6) Biotita-gnaiss cinzento granoblástico médio-grosso inequigranular com mega-cristais deformados de feldspato róseo, sem bandamento definido. 7) sp: sondagem a percussão. 8) limite da investigação geotécnica.

Fotografias 4.1 e 4.2. Gênese da cobertura remobilizada a partir do lançamento e remobilização de aterros de "botafora", lixo e entulhos, em encostas da periferia do município. Os materiais lançados correspondem predominantemente a rejeitos de escavações e restos de construção civil, sendo portanto o depósito formado correlativo da atividade humana de apropriação do relevo pela urbanização.

DELINEAÇÃO E APROFUNDAMENTO TEMÁTICO DA GEOLOGIA DO TECNÓGENO DO MUN.DE S.PAULO

Fotografia 4.3. Características básicas de uma cobertura remobilizada: mistura de solos, da própria encosta ou importados; presença de detritos e artefatos (plásticos, brita, pedaços de telha, panos, latas, restos vegetais etc.); elevada macro-porosidade (favela "Penhinha", Jd. Santo Antonio, Zona Sul de São Paulo).

Fotografia 4.4. Ocupação de encosta capeada por cobertura remobilizada: a execução de cortes para a implantação de moradias expõe o contato da cobertura com o solo residual subjacente, induzindo a ocorrência de escorregamentos por descalçamento.

Fotografias 4.5 e 4.6. O escorregamento da cobertura remobilizada da favela "Peinha" (1992). Vistas da base do escorregamento e do topo, mostrando o tipo de material escorregado e a cicatriz de ruptura. A canalização de PVC foi executada após o escorregamento para desviar as águas usadas.

Fotografias 4.7 e 4.8. Escorregamentos de aterro lançado em encosta de alta declividade, ocupada por moradias precárias no topo e ao pé. O volume de material mobilizado, embora pequeno, é suficiente para destruir moradias de madeira (Favela da Vila Andrade, Campo Limpo, Zona Sul do MSP, 1992).

CAPÍTULO 5

A expressão geológica dos depósitos tecnogênicos urbanos: Parte II
(A transformação das várzeas)

"Pressente-se uma grande transformação nas paisagens antigas das várzeas regionais" (Aziz Ab'Saber, 1957)

5.1. Introdução

Em um artigo publicado no *Jornal do Geólogo* nº 34, publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia, Citroni (1988) analisa as relações entre a ação dos homens e o meio-ambiente metropolitano, especificamente quanto à ocupação das "várzeas" (1) paulistanas; permitamo-nos reproduzi-lo parcialmente:

"O homem moderno continua mantendo relações aparentemente místicas com as águas; /.../ É possível 'explicar' esses rituais em vista que os rios possuem o péssimo hábito de situarem-se nas partes mais baixas de um terreno; se somarmos a isso a irresistível tendência de a água correr para baixo teremos um rio cheio de água (e esgotos). O problema aumenta se o volume de água que chega ao fundo do terreno é maior que aquele que sai através do rio; nesse caso o rio demonstra um hábito ainda mais condenável, o de sair de seu leito e invadir as planícies aluviais que o margeiam. Essas áreas muitas vezes recebem o sugestivo apelido de planícies de inundação. /.../

Em muitas dessas planícies de inundação homens de muita visão, chamados especuladores imobiliários, decidiram que seria ótimo se fossem construídas habitações. Feito isto estabelece-se um pequeno conflito entre as águas que insistem em inundar a planície de inundação e o povo (que não é bobo mas não tem opção). /.../

Como a maioria dos comportamentos irracionais, o ritual é inócuo uma vez que as águas continuam correndo para o fundo dos vales e enchendo os rios (situados agora sob grandes avenidas). As águas têm agora duas opções: ou correm sobre seu novo leito de asfalto (...) ou evitam que as águas de rio acima entrem no curso canalizado, transferindo para lá a enchente. Às vezes as águas optam por uma

mistura desses dois processos; surgem assim os pitorescos bueiros artesanais" (Citroni, 1988).

Não retirando ou diminuindo toda a justeza da sarcástica análise efetuada por Citroni, temos que ressaltar mais uma vez que as planícies de inundação e os rios tratados pelo autor não são os mesmos rios e planícies de inundação anteriores à urbanização. E, se na planície original são naturais as inundações sazonais, não são mais as mesmas inundações (isto é, não decorrem das mesmas condições (causalidades hidrológico-hidráulicas) que atualmente ocorrem. Isto está implícito na passagem:

"Os ratos e o lixo que antes dividiam seu habitat nos córregos com sedimentos e esgotos à luz do dia agora o fazem em profundas e espaçosas tocas mobiliadas" (Citroni, 1988). Em outras palavras, os funcionamentos fundamentais do rio e da várzea foram completamente alterados e de forma irreversível (a menos de um brutal reordenamento urbano). Em particular, o caráter submersível da planície meândrica quaternária.

Segundo o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE, 1982), *"convém ressaltar que, na estação chuvosa, já em 1813 os rios transbordavam e quase transformavam a cidade em uma ilha. É de notar, também, que estes extravasamentos a ninguém incomodava na época, pois ninguém ainda se aventurara a ocupar a várzea que nada mais era que o leito maior dos rios" (ênfase minha).*

Realmente, conforme Oliveira & Figueirôa (1984), *"o problema das cheias é antigo e ocorre sempre a partir do aumento da intensidade das chuvas de verão, que ocorre em seu máximo durante os meses de janeiro e fevereiro, podendo ocorrer em dezembro quando as chuvas se adiantam ou março, quando elas se atrasam. /.../ Já no século passado as enchentes ocorriam e causavam tanto trauma na cidade quanto na atualidade, guardadas as devidas proporções. A várzea do Carmo, bem como todo o rio Tamanduateí, constituem um problema [problema "oficial"] para a cidade desde, pelo menos, 1824. Assim é que a ata do Conselho Geral da Província de 27 de outubro deste mesmo ano 'resolveu que se expedisse ordem (...) para mandar encanar o mesmo rio pelo seu leito natural, desde o primeiro lugar em que se desviaram as suas águas, levantando-se nos canais açudes fortes de faxina e torrões compactos a pilão (...)'" .*

No entanto, a transformação da planície pode ser melhor entendida através de dados comparativos objetivos. Vejamos:

Vazões do Tietê em episódios de enchentes em 1929 e 1982

local	vazões (Q) (m ³ /s)		Q ₁₉₈₂ /Q ₁₉₂₉
	1929	1982	
Bairro do Limão	318	530	1,67
Edgard de Souza	521	755	1,45

fonte: DAEE, 1982.

Como ressalta o DAEE (1982), apesar do aumento das vazões, "é inegável que as inundações de 1982 restringiram-se a regiões críticas enquanto que as de 1929 foram generalizadas nas três bacias (Tietê, Pinheiros e Tamanduateí). Não é demais enfatizar (...) que as vazões de 1982 foram em média cerca de 55% maiores que as de 1929. /.../ O considerável abaixamento da linha de água entre os eventos de 1929 e 1982 só pode ser imputado às obras de melhoria executados nos canais dos três rios" (grifo meu).

Por outro lado, se é verdade que as inundações diminuíram nas principais planícies, inúmeros outros pontos de inundações efêmeras surgem continuamente, em associação notadamente à modificação do escoamento pelos *talwegs*, substituídos por um sistema de drenagem urbana muitas vezes ineficaz, para "períodos de recorrência" relativamente curtos. Seria mais justo falar-se então, não de "inundações", mas alagamentos.

São portanto tais alagamentos, de caráter diferenciado das inundações da antiga planície quaternária, que têm seu agravamento relacionado às características da ocupação urbana, como a intensa e progressiva impermeabilização das bacias de contribuição e a obstrução das seções dos canais pelo assoreamento, e aos quais se refere Rocha (1992).

Assim, é a lógica da nova realidade objetiva que deve ser estudada, para fornecer a base teórica necessária para descobrir quais das muitas "soluções técnicas eleitoreiras" são falácias, como no dizer de Citroni (1988), e não um "modelo" de funcionamento de um geossistema "natural" (2). Assim, evita-se o risco de, ao invés de não cumprir seu "papel social" (como é a justa preocupação de Citroni), isto é, não ter aplicabilidade na prática social, a Geologia cumprir seu papel social de maneira equivocada.

5.2. Quebra do funcionamento natural dos geossistemas: erosão, assoreamento, aterramentos.

A situação quaternária

Seja como for, sabemos que não é possível caracterizarmos os processos ocorrentes nas várzeas sem englobarmos as vertentes que as ladeiam. E isto é válido tanto para um geossistema natural (3) quanto para aqueles já profundamente modificados pela urbanização, em diversos graus.

Antes de tudo, no entanto, convém caracterizarmos o processo sedimentar "normal", isto é, atuante nas planícies quaternárias anteriormente à urbanização. Conforme Bigarella & Mousinho (1965), *"parte-se do princípio de que o perfil longitudinal dos rios é mantido quando a entrada e saída de sedimentos se equilibram. Tal equilíbrio é função de uma relação entre a carga e descarga fornecidas pela bacia de drenagem, resultando das características do escoamento superficial, vegetação, litologia e solos. Mudanças climáticas para o semi-árido ou clima mais seco conduzem principalmente à agradação, tendo a degradação importância mais limitada (no vale). /.../ Em compensação, na troca climática para o úmido predominaria a degradação. /.../ No primeiro caso, com a diminuição das precipitações a cobertura vegetal tornar-se-ia menos densa permitindo a remoção acelerada do regolito decomposto. A este aumento de carga corresponderia diminuição da descarga do rio e conseqüentemente a agradação no fundo do vale. /.../ Na passagem do clima seco para o úmido, por outro lado, o aumento da descarga ocorreria concomitantemente com o avanço da colonização das vertentes pela vegetação. As vertentes tenderiam a fornecer quantidade menor de detritos e de calibre diminuindo progressivamente. Os cursos d'água teriam possibilidade de se encaixar, sendo a abrasão mecânica do leito facilitada pela presença de detritos mais grosseiros resultantes da morfogênese mecânica vigente sob clima seco, e por se apresentar o fundo do vale recoberto pelo material aluvial pouco coerente depositado na fase anterior"*.

Sintetizam os autores citados a seqüência dos eventos deposicionais das várzeas, no Sudeste do Brasil:

"(1) Elaboração do assoalho da várzea sob condições climáticas rigorosas; (2) deposição de cascalho contemporaneamente à degradação do fundo do vale (clima semi-árido); (3) instalação de canais anastomosados e deposição de sedimentos arenosos. Fase de "braided

stream", drenagem intermitente sob condições climáticas rigorosas (clima seco); (4) encaixamento da drenagem erodindo parte dos depósitos dos canais anastomosados pelo rio intermitente (mas preservados em depressões?); (5) preenchimento com sedimentos finos siltico-argilosos depositados durante as inundações e sedimentos arenosos depositados no canal, sob condições de clima úmido" (Bigarella & Mousinho, 1965).

Esta é a situação natural, resultante dos processos da fisiologia da paisagem quaternária. Atualmente, o que se observa é uma profunda modificação nos processos atuantes, pela ação humana, e dos quais se destacam: o progressivo aterramento das planícies no decorrer dos anos; o assoreamento dos canais pela sedimentação correlativa à erosão acelerada.

O aterramento das várzeas: a alteração da coluna estratigráfica por depósitos tecnogênicos construídos

Nessas áreas, o entulhamento das várzeas principais se deu e se dá, mais que por assoreamento, por aterramento (depósitos tecnogênicos construídos), concomitantemente às intervenções de retificação e canalização.

De fato, como descrevem Oliveira & Figueirôa (1984), as intervenções nas várzeas, com retificações e aterramentos, já se mostram significativas em meados do século XIX, iniciando-se na várzea do Tamanduateí: em 1887 citavam-se os "aterrados" de Luiz Gama, do Conde D'Eu, da Moóca, do Braz, do Gasômetro, de S. Caetano, da Luz. Na várzea do Tietê, já se apresentavam terrenos aterrados pela implantação das ferrovias (aterrado da "ferrovia Inglesa"). Tais intervenções realizaram-se, de início, com os propósitos de ganhar terreno aproveitável, sanear as áreas alagadiças e evitar os efeitos das enchentes. Ab'Saber (1957), cita o entulhamento da planície do Tietê, a partir da base do "morro do Pari", com material retirado dessa mesma elevação.

Quanto ao vale do rio Pinheiros, descrevem Braun et al. (1990) que *"a conjugação dos fatores controle de cheias e geração de energia provocou, nos anos 40, a retificação do curso do rio (...), eliminando sua característica meandrante e conferindo-lhe um traçado retilíneo de 26 km de comprimento e cerca de 80m de largura média".* Como ressalta Ab'Saber (1957), a canalização ao longo da margem esquerda do vale propiciou a ampliação dos espaços urbanos contínuos na margem direita,

No entanto, deve ser destacado que os aterramentos das várzeas foram e são propiciados e decorrentes da deposição dos detritos e entulhos da

urbanização. "Historicamente, o lixo foi usado em São Paulo como material de aterro, principalmente nas várzeas e em pontos da periferia urbana sistematicamente incorporados à cidade em seu processo de expansão" (PMSP, 1992a); "outro fator de poluição da várzeas e dos rios foi a prática que perdurou até a década de 70, de utilização do lixo como material de aterro das várzeas" (Rolnik et al., 1991). E, como ressaltam Prandini et al. (1974), "quando utilizado para preencher lagoas ou alagadiços, a decomposição anaeróbica do lixo produz grandes quantidades de gás metano (...)".

Portanto, a ocupação das várzeas foi propiciada pelas retificações dos caudais, que canalizaram os leitos em cursos retilíneos e de declividades muito superiores àquela do curso meandrante e, assim, quebraram definitivamente os processos naturais de funcionamento da planície fluvial holocênica. As amplas áreas da várzea antes alagadiça assim liberadas são ocupadas através de progressivos aterramentos, a coalescência dos quais propicia um recobrimento quase homogêneo da antiga planície, dos meandros abandonados e do antigo leito, e ainda mesmo dos baixos terraços cascalhentos. Tal cobertura contínua, extensa e potencialmente mapeável, de espessuras comparáveis, pelo menos, aos aluviões holocênicos, constitui o representante mais evidente de uma formação geológica quaternária no Município de São Paulo. E, esta, de gênese intimamente ligada portanto à dos compartimentos de relevo associados, as planícies tecnogênicas.

Aos processos de aterramentos das várzeas centrais, vêm juntar-se as transformações induzidas que acompanham via de regra as frentes de expansão urbana, notadamente naquelas regiões do Município onde estas avançam em direção às cabeceiras de drenagem: o excesso de carga sedimentar que a erosão acelerada conduz aos riachos sinuosos produz padrões semelhantes aos canais anastomosados (*braided channels*) típicos das savanas.

Erosão acelerada e assoreamento: depósitos tecnogênicos induzidos

Por todo o mundo os efeitos da erosão acelerada na degradação dos solos, como vimos, têm sido há muito extensamente discutidos. O destino do material detrítico mobilizado - e a formação de depósitos correlativos a esses processos de degradação -, no entanto, só mais recentemente vem merecendo atenção e pesquisa.

No Município e na Região Metropolitana de São Paulo, as proporções do problema do assoreamento dos canais "fluviais" podem ser claramente constatadas no relato de Santos & Nakazawa (1992): "um aumento

significativo no assoreamento dos canais que exige uma dragagem constante, a custos anuais de 50 milhões de dólares, além do problema não equacionado de áreas para bota-fora de 5 milhões de m³ de lodo por ano". Esta quantidade inclui, segundo os autores citados, sedimentos e lixo na proporção de 95% para 5%.

Esta produção de sedimentos transportados para as várzeas decorre principalmente das *"áreas erodidas das frentes de expansão urbana da metrópole. [.../ (Na qual) com o crescimento explosivo após a metade do século , vem sendo progressivamente ocupados, e sem nenhum critério técnico, os terrenos cristalinos mais periféricos, de relevo mais acidentado e com solos de alteração extremamente vulneráveis à erosão"* (Santos & Nakazawa, 1992). Este tipo de constatação tem levado via de regra a generalizações como a seguinte:

"No âmbito dos macroproblemas ambientais, engendra-se mais um comprometimento grave: essa urbanização precária periférica, que não atende a qualquer exigência técnica (legal ou não), vai ultrapassar os limites da Bacia Sedimentar de São Paulo (onde os terrenos apresentam potencial de erosão muito baixo) e ocorrerá sobre solos do complexo cristalino, de maior declividade e altamente vulneráveis à erosão. Sucessivamente, a ocupação desordenada das periferias Norte, Sudeste (incluindo o ABCD), Oeste, Sudoeste, Sul e Extremo Leste [e também, recentemente e em tendência acelerada, o Noroeste: Jaraguá, Anhanguera, Perus] colocará sob o risco de desabamento grande número de moradias e agravará sobremaneira os problemas de enchentes, tanto locais quanto no Tietê e no Tamanduateí" (Rolnik et al., 1991).

Ora, segundo Santos & Nakazawa (1992), *"(...) pode-se concluir que os solos de alteração de rochas cristalinas são muito mais erodíveis (...) que os solos de alteração dos sedimentos terciários e os solos superficiais laterizados cristalinos e sedimentares; a suscetibilidade à erosão cresce no sentido inverso ao intemperismo"*. Quanto à primeira afirmação, parece explicar-se pela constituição siltosa desses solos de alteração, visto que, nas palavras dos autores citados, *"o silte não possui a propriedade ligante da argila e possui peso menor do que as areias, tornando-o material altamente erodível"*. Quanto à segunda afirmação, podemos considerá-la apenas parcialmente correta. De fato, conforme nos aprofundamos num perfil de alteração, passando dos horizontes pedogênicos, laterizados (isto é, cimentados por óxidos e hidróxidos de Fe e Al) ao solo residual jovem ou saprolítico, que é decomposto de forma a perder a coesão original e ainda não tendo ganho a secundária (da laterização). Aumenta-se a fragilidade à erosão. No entanto, ao nos aprofundarmos mais, no saprolito nos deparamos com materiais bastante

resistentes, por menos alterados, visto que a decomposição não destruiu totalmente a coesão da rocha original (abordaremos detalhadamente este assunto em capítulo posterior).

Esquemáticamente podemos representar tal questão:

A questão, no entanto, pode ser abordada de forma diferente: *"Do ponto de vista geotécnico, as formas de relevo da bacia sedimentar e do embasamento cristalino apresentam comportamentos muito distintos: os da bacia, constituídos de sedimentos terciários, são de forma geral mais resistentes à erosão e, por apresentarem relevo mais suave, exigem menores alterações no perfil do terreno para serem ocupados; os do embasamento cristalino, ao contrário, apresentam relevo mais acidentado, solo superficial pouco espesso e solo de alteração mais susceptível à erosão e a processos de escorregamentos decorrentes, em geral, de cortes e aterros executados inadequadamente"* (PMSP, 1994).

Nesta análise já se esboça o ponto fundamental da questão, e que não é a erodibilidade em si, mas a ocupação (apropriação do relevo). Problemas de erosão intensa vão ocorrer principalmente, tanto nos sedimentos terciários quanto nos solos saprolíticos do embasamento cristalino, em função da exposição de tais solos (pela retirada da vegetação e escavação dos solos superficiais) e da concentração do escoamento (ou seja, uma condição resistática artificial). Pode-se dizer que, sob as mesmas condições, os solos terciários sejam relativamente menos erodíveis. Isto não significa no entanto que não sejam ambos muito erodíveis. Na verdade, podemos falar em "resistências" diferenciais à erosão, entre eles e mesmo nas diferentes camadas dentro dos maciços.

Há na análise anteriormente citada, portanto, uma inversão de causa e efeito. Podemos pensar que, por apresentarem relevo mais suave, exigindo menores alterações topográficas nos terrenos para serem ocupados, e propiciando então uma ocupação mais consolidada, resulta que sejam menores os problemas erosivos nos maciços terciários.

Descreve Oliveira (1994): *"Destacam-se (...) como fontes muito produtivas de sedimentos, áreas submetidas a movimentos de terraplanagem que expõem, em cortes, aterros e bota-foras, materiais terrosos completamente desprotegidos e altamente vulneráveis à erosão pluvial, como é o caso de loteamentos, de áreas preparadas para a implantação de conjuntos habitacionais, de jazidas de materiais para obras de terra, de minerações, de estradas etc. Quando tais obras envolvem a rede de drenagem como, por exemplo, aterros de estradas, na travessia de cursos d'água, ou ensecadeiras de barragens, a produção de sedimentos corresponde ao próprio lançamento de solo dentro dos corpos d'água. [.../ Assim, de forma indireta, através da alteração da cobertura vegetal e do manejo do solo, urbano e rural, ou lançando diretamente o solo no corpos d'água [ou nas encostas], o homem responde pelo principal fator de produção de sedimentos de uma bacia submetida ao uso do solo, ou seja, responde pela formação de depósitos tecnogênicos"*.

Estas observações de Oliveira, que sintetizam o que já pudemos expor anteriormente sobre a expansão urbana, nos deixam clara portanto a relação entre a apropriação do relevo e a produção de sedimentos e assoreamento das várzeas. A expansão periférica no Município de São Paulo se dá, ressalte-se, como já citamos, via de regra em direção às cabeceiras de drenagem, às terras altas que circundam os sedimentos terciários. Por essa limitação geográfica, as frentes de expansão urbana comportam-se tanto como locais de extravasamento de detritos - lançados em bota-foras e vazadouros, em áreas que por sua vez também vão ser mais tarde incorporadas ao sítio urbano - quanto como produtores de cargas sedimentares "para dentro" da cidade, em sentido oposto à expansão. Em um primeiro momento (e o de maior impacto), as formas de ocupação descritas respondem por uma alta taxa de mobilidade de detritos, transportados pelos cursos d'água ou temporariamente imobilizados na forma de depósitos tecnogênicos de assoreamento.

No entanto, esta alta produção de sedimentos nas cabeceiras de drenagem não pode produzir o efeito "normal" de alteração do padrão fluvial, conforme já comentamos anteriormente, a não ser nos trechos mais altos do curso, onde como vimos isso realmente se verifica. Isso pois nos trechos mais baixos, onde já se definem várzeas mais expressivas (controladas pelo nível de

base local representado pelas grandes planícies do Tietê e do Pinheiros, por sua vez condicionadas pela soleira granítica de Barueri), a carga detrítica vai passar por canais retificados (retilinizados), muitas vezes revestidos, e dos quais passa a ser sistematicamente dragada, como vimos. Nakazawa *et al.* (1992) citam como medidas mais adequadas e eficazes para a redução do assoreamento, o controle da erosão nas áreas fontes e a retenção dos sedimentos, onde possam "permanecer em definitivo" (isto é, e estabilização do depósito tecnogênico), ou em pontos que facilitem o desassoreamento.

A ação humana sobre a natureza se dá, paradoxalmente, então, em dois patamares: (1) na produção acelerada de detritos para a rede de drenagem; (2) evitando as consequências de tal efeito sobre o sistema modificado da várzea urbanizada, com a dragagem.

Notas:

(1) Conforme descreveu Ab'Saber (1957, 1958) "na terminologia popular paulistana" eram compreendidos pelo termo várzeas "todos os terrenos de aluviões recentes, desde os brejais das planícies sujeitas à submersão anual, até às planícies mais enxutas e menos sujeitas às inundações, existentes nas porções mais elevadas do fundo achatado dos vales".

(2) Detenhamo-nos um pouco na discussão dos "modelos". De maneira ampla, nos diz Ab'Saber (1977) que "cada área e cada gleba tem os seus próprios problemas de conservação e manejo racional do espaço. Razão porque cada caso é um caso, do ponto de vista da organização agrária [poderíamos dizer territorial de modo geral] e proteção dos tecidos ecológicos. Nesse sentido é inútil, para não dizer criminoso, copiar receitas empíricas ou encontrar modelos de tipo polivalente, para explorar o espaço, sem o risco de degradação".

(3) "Quando considerado de um modo muito amplo e geral, um rio pode ser visto como uma mistura em movimento de proporções variáveis de água e resíduos, mas principalmente água; uma camada rastejante de materiais de vertente, por sua vez, é uma mistura em movimento de detritos e água em proporções variáveis, mas principalmente detritos. Ainda que à primeira vista o rio e o lençol de materiais de vertente não tenham semelhança, eles são somente os membros extremos de uma série contínua, e quando esta generalização é reconhecida, pode-se estender o "rio" sobre toda a bacia e para montante até os próprios divisores. Ordinariamente tratado, o rio é como as nervuras de uma folha; numa visão mais larga é como a folha inteira" (Davis, 1991, obra de 1889) (grifo meu).

Figura 5.1. Seção geológica da várzea pouco modificada (várzea do Tietê na região da Vila Mara/Ermelino Matarazzo), mostrando a superposição dos aluviões holocênicos sobre um espesso pacote arenoso basal (Formação Itaquaquetuba?). Tecnógeno: (0) aterro superficial de argila siltosa marrom. Quaternário: (1) argila preta pouco arenosa rica em matéria orgânica, de consistência muito mole; (2) areia média pouco arenosa rica em matéria orgânica, de consistência muito mole; (3) argila cinza clara predominantemente pouco arenosa, localmente arenosa e siltosa, plástica, de consistência muito mole a mole; (4) areia fina a média pouco argilosa, cinza clara, eventualmente com seixos, fofa a medianamente compacta. Quaternário Antigo/Terciário (?): (5) areia média cinza clara a amarela, fofa a medianamente compacta (horizontes superiores) a compacta (horizontes inferiores), pouco argilosa a argilosa localmente, com camadas de granulação fina eventualmente; (6) areia média pouco argilosa com seixos, cinza, pouco compacta a compacta; (7) argila arenosa a pouco arenosa variegada/amarela, de consistência média a rija, localmente dura; (8) areia grossa pouco argilosa cinza clara, fofa a pouco compacta. (9) limite da investigação geotécnica. (10) sp: sondagem a percussão.

Figura 5.2. Seção geológica da várzea transformada, evidenciando o alteamento topográfico de aproximadamente 5m devido ao depósito tecnógeno construído, lançado sobre sedimentos quaternários, os quais por sua vez repousam no local sobre sedimentos terciários da Bacia de São Paulo. Notar o truncamento da camada argilosa superficial. Várzea do Tietê na região da Vila Maria Baixa. Tecnógeno: (1) aterro constituído por mistura de solos diversos (argila, silte arenoso, areias), com entulhos, de consistência mole a muito mole. Quaternário: (2) argila arenosa cinza escura a marrom escura, rica em matéria orgânica, muito mole, com fragmentos vegetais; (3) areias finas a médias pouco argilosas a argilosas, cinzentas, eventualmente seixosas, fofas a medianamente compactas. Terciário: (4) argilas verdes a cinza-esverdeadas, arenosas a pouco arenosas, duras a rijas, localmente siltosas, com lentes de areia média argilosa verde clara, compacta, pouco espessas, lentes de areia fina com seixos e de silte argiloso pouco arenoso, verde, com seixos. (5) sp: sondagens a percussão; (6) limite da investigação geotécnica

Figura 5.3. Seção geológica em uma planície alveolar profundamente modificada por aterramento, Vila Nova Cachoeirinha, Zona Norte do MSP. Tecnógeno: (1) aterro úrbico de materiais heterogêneos (solos de diversas granulações, com entulhos, detritos vegetais, material orgânico), mole/fofo a pouco compacto. Quaternário (camadas aluvionares): (2) areia com cascalho e lentes argilosas; (3) argila "orgânica" pouco arenosa preta; (4) argila cinzenta. Pré-Cambriano decomposto: (5) maciço saprolítico de textura silto-arenosa, pouco argilosa, micáceo, pouco compacto a compacto. (6) sp: sondagens a percussão. (7) limite da investigação geotécnica.

Figura 5.4. Planície tecnogênica: várzea do Pinheiros na região da Vila Leopoldina, Zona Oeste do MSP. Tecnógeno: (1) aterro de solos de texturas variadas e colorações arenosas de textura diversa, fofas a compactas; (2) argila "orgânica" com areia fina, mole, preta; (3) camadas arenosas de diferentes granulometrias, com pedregulhos na base, fofas a compactas; (4) com cascalhos. Terciário: (5) argila siltosa com areia fina, cinzenta, dura. (6) sp: sondagens a percussão; (7) limite da investigação geotécnica.

Fotografias 5.1 e 5.2. Depósitos tecnogênicos fluviais de caráter induzido. Em ambos os casos, notam-se as concentrações detríticas grossas, mal selecionadas, nas artes convexas dos meandros, cujo conteúdo, além de seixos e fragmentos de rocha, inclui fragementos de telhas, tijolos, concreto, pedra britada e outros artefatos. Acima, córrego do Jacu, Zona Leste do MSP. Abaixo, córrego dos Machados, Zona Leste do MSP.

Fotografias 5.3 e 5.4: Depósito tecnogênico construído (aterro de "bota-fora" de rejeitos de mineração) efetuado sobre várzea quaternário-quinária. A espessura do depósito basal (acima), formado por materiais diversos, atingia aproximadamente 4m em fevereiro de 1995. A camada superior, de mais de 10m de espessura de aterro lançado em ponta (abaixo), constitui-se predominantemente de solo saprolítico de granito (setembro de 1995). Zona Norte do MSP.

Fotografia 5.5. Seção da várzea anterior: camada superior tecnogênica antiga pouco espessa, arenosa, com artefatos diversos, sobre camada argilo-arenosa cinzento escura aluvionar, com leito cascalhento na base, sobre saprolito de granito porfirítico.

Fotografias 5.6 e 5.7: Depósitos tecnogênicos construídos: aterros de "bota-fora" de entulhos e escavações urbanas, com espessuras superiores a 5m, efetuados sobre a várzea do córrego dos Machados, Zona Leste do MSP.

CAPÍTULO 6

Escorregamentos induzidos relacionados
a camadas geológicas superficiais e em maciços terciários6.1. Camadas superficiais

A estrutura sub-superficial das encostas urbanas paulistanas é constituída predominantemente por camadas de colúvios, freqüentemente marcadas por pavimentos de cascalhos inhumados basais (*stone lines*), solos residuais maduros e coberturas remobilizadas (tecnogênicas); ou ainda depósitos cenozóicos, antigas corridas de lama e detritos das encostas das bordas originais da Bacia Sedimentar de São Paulo. Tais depósitos assentam-se, discordante ou concordantemente, transicionalmente ou de modo brusco, sobre os maciços resultantes da intemperização dos sedimentos terciários da Bacia de São Paulo e rochas cristalinas e cristalofílicas de seus rebordos.

Antes de mais nada, convém sistematizar os conceitos adotados: conforme descrevem Mousinho & Bigarella (1965), denomina-se regolito ao *"conjunto do material detrítico recobrindo a rocha fresca e derivado dos processos de intemperismo. Do ponto de vista estrutural é constituído fundamentalmente por elúvio e colúvio. O termo elúvio refere-se à rocha alterada "in situ" a qual, apesar de constituir muitas vezes um manto bastante decomposto quimicamente, retém ainda sua estrutura original. A designação colúvio refere-se ao material que sofreu deslocamento, isto é, o resultado da movimentação do elúvio" /.../ o elúvio constitui, via de regra, a estrutura das linhas de crista e ombreiras, enquanto o colúvio encontra-se recobrindo toda a superfície do terreno, desenvolvendo-se em maior espessura nas depressões da topografia, onde os fenômenos de solifluxão são ou foram importantes"*.

O colúvio ou coluvião, por sua vez, constitui-se dos *"materiais transportados em conjunto pelo escoamento superficial e solifluxão ao longo da vertente até o seu sopé; materiais que descem a encosta. São pouco estratificados ou não apresentam estratificação alguma. Sua existência liga-se geralmente a deflorestamento antigo das vertentes, tendo a solifluxão papel mais importante que o escoamento superficial na sua gênese. /.../ Idealmente seria encontrado recobrindo as seções médias e inferiores das vertentes, aumentando suas espessuras quando diminuem os declives, entrando então em contato com o alúvio depositado pelo curso d'água no fundo do vale. Na seção superior passa a predominar o elúvio (rocha alterada "in situ"), salvo nos locais onde aflora a rocha sã"* (Mousinho & Bigarella, 1965). Quanto aos chamados depósitos de *"tálus"*,

ainda segundo os mesmos autores, *"nas regiões cristalinas tropicais e subtropicais [tais depósitos] têm sua origem ligada aos desmoronamentos do regolito de vertentes muito íngremes e à queda de lajes de esfoliação mais ou menos espessas produzidas pelos grandes paredões nus. Uma vez depositados no talus, os fragmentos tendem a ser decompostos e colonizados pela vegetação"* (Mousinho & Bigarella, 1965). Em síntese, acumulações de detritos de antigos escorregamentos.

Deve ser lembrado no entanto que a origem dos colúviões é uma questão complexa, envolvendo desde os processos físicos da solifluxão e do escoamento superficial até a atividade biológica, *termitage* (ver a revisão efetuada por Bigarella *et al.*, 1994). De fato, conforme Tardy & Roquin (1992), a remobilização do material superficial por atividade das termitas consiste principalmente em remobilização mecânica dentro do perfil de alteração, resultando em transporte para a superfície de partículas argilosas, siltosas ou arenosas (que são depositadas e então submetidas à erosão ao longo da encosta), bem como na produção de vazios e canais (macroporosidade).

Os materiais superficiais das encostas, sejam de natureza coluvionar ou eluvionar, são submetidos à ação da pedogênese tropical, agrupando-se do ponto de vista geotécnico sob a designação ampla de "solos lateríticos". Conforme Wolle, 1985, a origem residual ou transportada, nesses casos, *"certamente não é [seria] relevante para seu comportamento"*; cabe lembrar no entanto que, no caso dos colúvios, o contato basal pode representar uma descontinuidade mecânica de importância. Seja como for, recobrimdo os mantos de alteração saprolíticos, configuram uma condição não usual a regiões de clima frio, onde os solos têm origem predominantemente transportada, sedimentar (Wolle, 1985).

Conforme Melfi (1985), o manto de intemperismo em regiões tropicais úmidas alcança uma espessura tal que somente os horizontes superiores são caracterizados pela evolução pedológica: *"em alguns casos o perfil de alteração é composto de dois grandes níveis: o superior correspondente ao solum pedológico, e o inferior formado por alteritas (saprolito)"* (tradução minha).

Ainda segundo o autor citado, *"solo laterítico ou simplesmente laterita referem-se aos solos tropicais vermelhos e amarelos assim como os materiais endurecidos ou concrecionários ricos em ferro e alumínio"* (Melfi, 1985) (tradução minha). Tal utilização ampla do termo laterita, incluindo todos os tipos de produtos de alteração em clima tropical, é recomendada por Tardy (1992). Para Blight (1991), lateritas são usualmente solos residuais altamente alterados e decompostos, pobres em sílica, que contêm uma

concentração de sesquióxidos de ferro e alumínio suficiente para terem sido cimentados em algum grau. Dependendo da extensão da cimentação, o material pode ser descrito como laterítico ou laterita.

Tal diversidade de conceitos e classificações explica-se, justamente, em grande parte, pelo fato que a última fase de pedogênese tropical veio se estabelecer, ao menos pene-contemporaneamente, à formação dos colúvios, os quais são assim os materiais básicos para a pedogênese (Ab'Saber, 1968).

Importância geotécnica

Nas palavras de Melfi (1985), *"é evidente que os solos lateríticos, do ponto de vista da engenharia, incluem aproximadamente todos os solos superficiais das regiões tropicais e correspondem em pedologia a diferentes materiais: diferentes tipos de solos (principalmente os latossolos e solos podzólicos, na classificação brasileira) e formações superficiais (...)"* (tradução minha).

Devemos ressaltar que tem sido observado que os contatos dessas formações superficiais com o maciço subjacente pode comportar-se como descontinuidade mecânica e caminho preferencial das águas de infiltração. São desse modo condicionantes importantes dos escorregamentos induzidos, de natureza predominantemente translacional, rasos, remontantes, propiciados por descalçamento por cortes, e que tendem a reconstituir o perfil de equilíbrio da encosta mutilada (figura 2 e 3, fotografias 3, 4, 5, 6, e 8).

Os mecanismos de instabilização dessas coberturas são via de regra relacionados à redução da resistência dos solos pela infiltração de água. *"Em cortes (os solos lateríticos dos horizontes superficiais) são solos estáveis enquanto não submetidos à saturação (comportamento coesivo), mas quando saturados comportam-se muito mais similarmente a solos arenosos não coesivos (...) sendo muitas vezes colapsíveis"* (Wolle, 1985) (tradução minha). Destaca Fontoura (1985) que, nesses materiais, quanto maior o grau de alteração, maior a coesão e a resistência, devido provavelmente à estrutura mais rígida decorrente da grande cimentação por sesquióxidos. Nesses casos, a perda do efeito de "coesão aparente" devida à pressão de sucção desenvolvida na água intersticial é o principal fator de instabilização, associado ou não ao aparecimento de fendas de tração (as quais podem ser preenchidas por água gerando pressões hidrostáticas adicionais) (Wolle, 1985).

Interessa-nos ressaltar que, na ocupação dos terrenos urbanos, em lotes por auto-construção ou favelas, como regra os cortes são feitos em períodos de estiagem. Nesses períodos o efeito da "coesão aparente", permitindo

cortes íngremes apenas aparentemente "estáveis", dá uma falsa segurança ao morador, induzindo à extensão dos mesmos até o aproveitamento máximo do seu em geral limitado terreno. A instabilização durante um período chuvoso posterior (não necessariamente o subsequente), quando não resulta em prejuízos materiais ou mesmo perdas de vidas, vai exigir um investimento adicional na contenção do talude, através do usual "muro de arrimo" em alvenaria.

Nos maciços xistosos, o comportamento das estruturas pode influenciar, embora em proporção limitada, no porte e na frequência dessas movimentações de massa, as quais são favorecidas quando o mergulho da xistosidade corresponde à declividade da encosta, propiciando uma superfície de ruptura regular e definida (fotografia 7, figura 4); no caso oposto, são frequentes as superfícies irregulares e rugosas, geradas em função do próprio processo de rastejo. Não obstante, nos cortes mais íngremes são também observadas rupturas envolvendo colúvio e solo saprolítico, mas já agora de natureza rotacional, eventualmente condicionadas por fraturas de alívio de tensões.

Ainda do ponto de vista geotécnico, a camada de solos superficiais, *"que é porosa, com macroporos devidos à lixiviação dos seus componentes solúveis, quando submetido à carga de aterro torna-se bastante impermeável no contato aterro-fundação devido à redução de tais poros pela compressão acarretada pela carga do aterro. Esta "película" impermeável é a causa de grandes acidentes de taludes de aterros na Região Metropolitana de São Paulo"* (PMSP, 1992d).

6.2. Problemas de estabilidade de taludes em maciços terciários

Já tivemos oportunidade de discutir, em capítulos anteriores, alguns aspectos gerais do comportamento dos maciços de sedimentos terciários, e em especial no que diz respeito à erosividade. No presente item, na verdade uma pequena digressão sobre o tema, anotaremos brevemente algumas das características principais que vêm sendo descritas de interesse à estabilidade de encostas e taludes.

Conforme Massad *et al.* (1992), os sedimentos terciários situados acima do nível de drenagem atual (o nível das planícies dos rios principais) sofreram um processo de intemperização que deixou sinais tais como a cor variegada e o sobreadensamento por secagem, e dele resultando suas características peculiares. As camadas mais superficiais foram submetidas a um processo de laterização do qual resultaram os solos vermelhos ricos em óxidos

de ferro (e mesmo horizontes concrecionários - as carapaças limoníticas - que detiveram os processos erosivos nos espigões, lembramos). Abaixo do nível de drenagem ocorrem as assim chamadas "argilas duras cinza esverdeadas", e as ditas camadas arenosas "basais" preenchendo as depressões no assoalho da bacia.

Ainda conforme os autores citados, *"uma das características marcantes destes solos [os sedimentos terciários alterados] é a sua heterogeneidade, inclusive no que se refere à pressão de pré-adensamento que, exceção feita às argilas cinza-esverdeadas, não guarda nenhuma relação com o peso de terra erodida. Atribui-se este fato a processos de ressecamento (solos variegados) e cimentação e lixiviação (solos vermelhos)"* (Massad et al., 1992)

Resumem tais autores o desenvolvimento histórico dos estudos geotécnicos dos sedimentos terciários da bacia sedimentar paulistana, classificando tais investigações em função da ênfase dada: até a década de 60, na fundação de edifícios; na década de 70, nas obras do metropolitano; na década de 80, dentro do estudo dos solos tropicais e da extensão das linhas do metrô.

No entanto, conforme ressaltam Wolle & Silva (1992), os escorregamentos em taludes em maciços terciários, *"apesar de ocorrerem com frequência (...), poucos danos de maior monta têm causado na região da cidade de São Paulo"*. E provavelmente seja esse o motivo principal a explicar porque, como descrevem os autores citados, *"os estudos de estabilidade de taludes em solos da Bacia Sedimentar de São Paulo têm sido objeto raro de citação em artigos e trabalhos técnicos (...)"*.

Conforme os mesmos autores, no entanto, *"a frequência com que ocorrem problemas de instabilizações de pequeno e médio porte em taludes de solos da BSSP justificaria um maior interesse pelo assunto, por parte dos especialistas em geotecnia. Além disto, o emprego, não poucas vezes, de soluções de estabilização inadequadas ou antieconômicas é mais uma razão para que a questão receba maior atenção (...)"* (Wolle & Silva, 1992).

Seja como for, cabe neste capítulo resumir, mesmo que bastante brevemente, as principais características do comportamento desses maciços, tais como vêm sendo observadas no MSP. Conforme os autores citados, os principais tipos de instabilização em taludes são:

2372

- escorregamentos rotacionais: pouco comuns, ocorrendo em solos argilosos não fissurados, em cortes em argila porosa vermelha superficial ou em argilas variegadas de consistência mole a média;
- escorregamentos em cunha: ocorrem em solos argilosos fissurados;
- deslocamentos com escorregamentos: em solos argilosos com trinca de tração;
- quedas de blocos desconfiados: em camadas argilosas posicionadas sobre camadas de areia erodidas; em camadas arenosas ou argilosas sobre camadas argilosas desagregadas.

Mori (1982) descreve o efeito da degradação intempérica em argilas pré-adensadas cinza-esverdeadas terciárias. Segundo este autor, a exposição de tais solos por cortes propicia, além do alívio de tensões devido ao desconfinamento, a atuação do intemperismo pela variação da temperatura e aeração, provocando um intenso trincamento e fissuramento superficiais. Este "escamamento" ou "empastilhamento", conforme o autor citado, forma uma zona deteriorada superficial não superior a 40cm, altamente instável. Complementa Mori (1992) que *"as argilas rijas e duras, pré-adensadas do Terciário de São Paulo, sofrem uma degradação superficial devida à ação do intemperismo, com conseqüente amolecimento superficial. Em caso de encharcamento dessas argilas por água de chuvas ou por infiltração da água do lençol freático das lentes de areia, essa capa superficial desliza e volta a expor o material intacto do talude a uma nova degradação superficial. Às vezes o deslizamento se processa como uma corrida de lama, tão grande é a relação água-sólido da massa saturada amolecida. a solução para este caso é drenar a água das lentes de areia e evitar o ressecamento superficial da argila pré-adensada"*.

Ainda conforme Wolle & Silva (1992), *"os procedimentos de estabilização de taludes nos solos variegados da Bacia de São Paulo, submetidos a percolação, devem sempre considerar a questão da água como ingrediente essencial". Segundo tais autores, a maioria dos cortes em solos variegados pode ser estabilizada apenas com obras de drenagem (interna e externa), desde que executadas em taludes de média inclinação (1:1 e 1V:1.5H), impedindo os principais processos de instabilização: desagregação superficial, erosão diferencial, desconfinamento de camadas e quedas de blocos, amolecimento de camadas argilosas"*.

Figura 6.1. Seção geológica esquemática representando as características de um depósito coluvial de acordo com sua posição geomorfológica em vertente de perfil convexo, sustentada por maciço saprolítico de metassedimentos e micaxistos do Grupo São Roque, conforme observado na região do Morro Doce, noroeste do MSP. Em "A", nas porções mais aplainadas do topo da encosta, colúvio espesso, homogêneo, com cascalheira basal bem definida, composta basicamente de seixos de quartzo (paleopavimento); em "B", na quebra de declividade para a porção mais íngreme da encosta, a camada coluvionar é pouco espessa, assim como mal se define a cascalheira basal; em "C", na porção inferior da vertente, ocorre um colúvio espesso e heterogêneo, composto por blocos e fragmentos de xisto alterado e quartzo imersos na massa de solo, com contato basal indefinido e claras evidências de rastejo.

Fotografias 6.1, 6.2 e 6.3. respectivamente as situações "A", "B" e "C" representadas na figura 1.

Figura 6.2. Croquis representando escorregamento remontante da camada de colúvio sobre maciço de micaxistos e metarenitos do Grupo São Roque, induzido por corte no sopé da encosta. O descalçamento da camada propiciou a movimentação pelo contato. Jardim Morro Doce, extremo noroeste do MSP, 1993. C: colúvio; M: maciço saprolítico; T: talude de corte; A: aterro; ME: massa escorregada; SR: superfície de ruptura; RR: rupturas remontantes; LS: linha de seixos. Eh=Ev.

Fotografias 6.4 e 6.5. Vistas superior e inferior do escorregamento representado na figura 2.

Figura 6.3. Croquis representando escorregamentos remontantes da camada coluvionar superficial e de antigo depósito terciário de encosta (tipo *debris flow*), movimentados em conjunto sobre o maciço saprolítico de micaxistos, devido ao descalçamento do sopé da encosta por corte. Jardim Paranapanema, Campo Limpo, Zona Sul do MSP, 1993. A: aterro; C: colúvio; SR: superfície de ruptura; RR: rupturas remontantes; M: maciço saprolítico; ME: massa escorregada; TL: depósito terciário tipo "tálus"; T: talude de corte; H: habitação.

Fotografia 6.6. Vista de detalhe da porção inferior da cicatriz da ruptura representada na figura 3, junto ao corte executado para implantação da moradia.

Fotografia 6.7. Deslizamento da camada coluvionar superficial por seu contato basal, favorecido pela disposição da xistosidade reliquiar do maciço saprolítico de micaxistos. Favela Olavo Fontoura, Ipiranga, sudeste do MSP.

Figura 6.4. Representação esquemática da ruptura observada. M: saprolito de micaxisto; Sn: xistosidade principal; T: talude de corte; SR: superfície de ruptura; ME: massa escorregada.

Fotografia 6.8. Caso típico de destruição de moradia por escorregamento de colúvio induzido por corte no sopé de encosta de declividade elevada. Loteamento Jardim Oriental, extremo sul do MSP.

Fotografia 6.9. Talude de corte expondo o contato de depósitos basais da bacia terciária com o substrato (saprolito de micaxistos finos).

Fotografia 6.10. Erosão diferenciada em talude de corte em camadas terciárias inferiores a solos laterizados.

CAPÍTULO 7

Escorregamentos induzidos em maciços saprolíticos
xistosos e granito-gnáissicos

*(com estudos de Geologia Estrutural aplicada à análise da estabilidade de
taludes e riscos geológicos urbanos)*

7.1. Saprolitos e solos saprolíticos

Como vimos anteriormente, os espessos regolitos resultantes da ação intempérica tropical só vão sofrer em suas porções superiores a ação da pedogênese. Ao espesso horizonte decomposto, resultante da alteração *in situ* dos maciços rochosos, situado entre a rocha inalterada e os solos superficiais lateríticos, corresponde o saprolito em sentido amplo (o domínio das alteritas).

No entanto, a distinção entre solos saprolíticos e o saprolito propriamente dito não é sempre clara na literatura. Para Culshaw *et al.* (1991), saprolitos são, por definição, materiais não completamente alterados; suas propriedades e características são, assim, dependentes da natureza da rocha-mãe e do grau de alteração a que foram submetidos. Poderiam ser considerados rocha muito alterada a completamente alterada. Já para Blight (1991), são materiais que apresentam resistência ou consistência de solos, mas retêm relíquias, modificadas mas reconhecíveis, das feições físicas ou *fabric* da rocha-mãe. Para Melfi (1985), "*o material resultante da alteração de rochas "in situ" (solo residual jovem para muitos engenheiros...), tem sido considerado como solos saprolíticos ou simplesmente saprolito. No perfil de solo (conceito pedológico) é freqüentemente o horizonte C e em regiões tropicais pode ser muito espesso (dezenas de metros)*" (tradução minha).

Tal dificuldade de classificação é devida essencialmente às variações do grau de alteração desses materiais. Seja como for, parece haver uma tendência no meio técnico a se denominar solo saprolítico às porções superiores da alterita, e que apresentam comportamento de solo no sentido que lhe atribui a engenharia (material terroso, escavável a pá e picareta e desagregável por agitação em água - Vargas, 1978). O termo saprolito (o saprolito propriamente dito) se referiria, então, ao horizonte de transição entre solo e rocha, com ocorrência de blocos ou fragmentos de rocha fresca, e que preserva bem as estruturas originais (Wolle, 1985). Seja como for, tal classificação perderá muito do sentido se não for acompanhada de uma correta caracterização do tipo rochoso original.

Dessa maneira, um procedimento prático para a diferenciação expedita, em campo, entre solos saprolíticos e o saprolito propriamente dito, em rochas xistosas, consiste em que neste último podemos quebrar placas, relativamente coesas, com pouca dificuldade através de golpes de martelo ou mesmo com o uso de canivete.

Deve ser ressaltado, como o faz Melfi (1985), que a distinção entre os dois horizontes é de grande importância em termos de engenharia desde que apresentam comportamentos geomecânicos diferenciados. No entanto, o limite entre ambos, e portanto a mudança das características geotécnicas, é transicional.

7.2. O comportamento geomecânico dos saprolitos de rochas xistosas

Do ponto de vista tectônico, para Hasui (1990), *"por estrutura entende-se o arranjo espacial dos componentes da Terra, de origem tectônica. /.../ toda estrutura é produto de uma deformação. A deformação é a mudança de forma e/ou atitude e/ou volume (...)".* Ao analisarmos maciços de solo ou solo e rocha, no entanto, abrangeremos por estrutura o comportamento espacial dos elementos constituintes do maciço, sejam feições reliquias herdadas da rocha-mãe ou feições neo-formadas, incluindo o arranjo de sobreposição de camadas ou horizontes (residuais, coluvionares, aluvionares, tecnogênicos).

Conforme Wolle (1985), *"saprolitos e solos saprolíticos sistematicamente apresentam estruturas que são herdadas de suas rochas-mãe, e que são denominadas estruturas reliquias. Entre elas, aquelas que mais freqüentemente controlam o comportamento dos taludes são: zonas e superfícies de falhas e fraturamentos; veios e outras intrusões; contatos litológicos e estratificação deposicional; faixas de decomposição acentuada (ao longo de contatos ou fraturas); antigas superfícies de deslizamento (geralmente relacionadas a uma ou mais das estruturas antes mencionadas)"* (tradução minha). Devemos acrescentar à lista de Wolle, e com grande importância notadamente para o caso de solos saprolíticos e saprolitos derivados de rochas metamórficas, a foliação ou xistosidade.

Fries (1974), com base em resultados de ensaios de compressão triaxial e de cisalhamento direto em amostras de solos residuais de xistos e filitos, mostra que a resistência dos materiais é função principalmente: a) do grau de decomposição do solo; b) da composição mineralógica da rocha-mãe; c) da posição dos planos de fraqueza reliquias em relação à direção da tensão aplicada; d) da magnitude da deformação; e) da presença e do grau de

cimentação. Ostrega (1988), também com base em experiências laboratoriais e modelos reduzidos, destaca a influência essencial exercida sobre a estabilidade de encostas pela composição não homogênea e anisotrópica dos solos que os sustentam.

Quanto aos aspectos de nosso interesse são portanto conclusivas as palavras de Pastore & Cruz (1993): "*Há clara anisotropia de resistência ao cisalhamento nos materiais saprolíticos contendo estruturas reliquias planares*". Dessas estruturas, refere Bjornberg (1992) que as já submetidas a um cisalhamento anterior passam a ser as mais críticas, em função da perda do efeito coesivo (e conseqüente diminuição da resistência ao cisalhamento), pela eliminação das irregularidades e corrugações nos planos. De fato, conforme descreve Ayetey (1991), para rochas intactas, o efeito da orientação das rugosidades dentro de uma descontinuidade planar é significativo para as propriedades geomecânicas: a resistência perpendicular às rugosidades é muito aumentada em relação à resistência paralela. Resta determinar qual a proporção em que essa diferença se mantém nos saprolitos, com a alteração.

Portanto, um saprolito de rocha xistosa ou foliada pode comportar-se como uma rocha frágil, um solo resistente ou mesmo um solo extremamente rijo, dependendo da inclinação dos planos de xistosidade em relação às tensões de compressão a que for submetido, conforme refere Ogunsanwo (1991).

A influência da anisotropia nas propriedades mecânicas de rochas xistosas tem sido representada por uma relação quantitativa dos valores de uma certa propriedade (a resistência ao cisalhamento, em nosso caso) na direção perpendicular sobre a mesma paralela à xistosidade: o índice ou coeficiente de anisotropia. Conforme aumenta o grau de alteração, os resultados experimentais têm mostrado que diminui drasticamente a diferença de comportamento, em termos de resistência, nas direções paralela e perpendicular à xistosidade. E tal fenômeno se dá essencialmente pela perda de resistência perpendicular à xistosidade com a alteração (Papadopoulos & Marinos, 1991). Na rocha fresca, a forte ligação entre os planos de xistosidade resulta em baixa anisotropia mecânica. Conforme os autores citados, aparentemente a primeira parte da rocha a ser afetada pelo intemperismo são as superfícies de xistosidade. Com o avanço do intemperismo, a perda de resistência ao longo dos planos de xistosidade se dá em uma taxa decrescente, enquanto a massa rochosa como um todo deteriora-se rapidamente com evidente perda de resistência normal à xistosidade. Num estado muito alterado, a xistosidade é difícil de identificar e o coeficiente da anisotropia tem valores baixos.

Assim, o índice de anisotropia é maior nos horizontes pouco alterados do que na rocha fresca ou nos horizontes medianamente e muito alterados. Em outras palavras, o comportamento anisotrópico dos maciços saprolíticos é mais notável em graus baixos de alteração (no saprolito propriamente dito). Na rocha ou no solo residual muito alterado, portanto, as discontinuidades penetrativas do tipo xistosidade perdem a importância na determinação do comportamento geomecânico do maciço.

Deve ser notado também o efeito do preenchimento das discontinuidades por óxidos de Ferro, os quais tem diferentes resistências. Conforme Ayetey (1991), resultados experimentais mostram que com a alteração e formação de óxidos por laterização, goethita e limonita podem aumentar consideravelmente a resistência ao cisalhamento das discontinuidades que preenchem. Dessa forma, nem sempre as discontinuidades terão resistência muito menor que o maciço intacto, mas alterado.

Tais características dependem também do tipo de rocha original e, em particular, do tipo e intensidade da foliação. O comportamento anisotrópico é tanto mais acentuado quanto mais propriamente "xistosa" for a rocha ou saprolito: micaxistos, filitos, quartzo-xistos. Nos gnaisses bandados, de granulação mais grossa, não há anisotropia marcante em termos geomecânicos relacionada à foliação ou bandamento. Note-se também que, em maciços derivados de rochas polideformadas, e assim freqüentemente apresentando mais de uma foliação, nem todas elas necessariamente apresentam importância no condicionamento da estabilidade de taludes. Assim, embora via de regra seja a xistosidade ou foliação tectônica principal (usualmente representada por S_n) a superfície de discontinuidade mecânica mais significativa, em vários casos tem sido observado que esse papel é reservado a clivagens espaçadas superimpostas.

Em síntese a intensidade do caráter anisotrópico dos maciços varia em função do comportamento mecânico diferencial das próprias estruturas herdadas (xistosidade, foliação, bandamento, juntas, falhas) e das conseqüências do estado de alteração sobre tal comportamento. Assim, se nos saprolitos propriamente ditos têm importante papel as estruturas reliquias penetrativas, nas alteritas mais decompostas as estruturas reliquias tardias espaçadas podem comportar-se como discontinuidades principais delimitando blocos de solo ou, ainda, toda a porção do maciço pode apresentar comportamento isotrópico.

7.3. As estruturas reliquias e a estabilidade de taludes e encostas

Nos maciços saprolíticos originados da decomposição de rochas foliadas ou xistosas (filitos, metassedimentos, micaxistos, xistos quartzosos, gnaisses micáceos), tem sido observado que, como regra, *"rupturas de tipo translacional com geometria planar ou de cunhas tridimensionais são predominantes, desde que relacionadas às feições de heterogeneidade e anisotropia que caracterizam tais materiais"* (Wolle, 1985, tradução minha).

Isso porque, conforme o autor citado, *"a experiência tem mostrado que o aspecto macro-estrutural ou visual é diretamente relacionado ao comportamento dos solos"*. [Assim] *"(...) um material com aspecto altamente anisotrópico, laminado, bandado ou xistoso, tem menor resistência e maior permeabilidade na direção paralela às laminações, bandas ou à xistosidade"* (Wolle, 1985, tradução minha). Adicionaríamos a maior erodibilidade dos saprolitos (superficial e interna) na direção paralela à foliação, bem como o comportamento diferencial relativo a cada tipo de estrutura em função de suas características próprias.

Como vimos, quanto menos decomposto o maciço de solo, maior a influência das estruturas reliquias no comportamento geomecânico. De maciços anisotrópicos, tornam-se progressivamente isotrópicos com a alteração (diminui o contraste de resistência ao cisalhamento entre as estruturas e o material inter-estruturas); isto é demonstrado nos escorregamentos mistos (provavelmente o acontecido recentemente quando da canalização do córrego Morro do "S", Parque Araribá, MSP (conforme Takiya *et al.* 1992), condicionados na base pela movimentação de blocos em cunha, que geram escorregamentos remontantes de caráter rotacional nas camadas superficiais, tais como o estudado por Nieble *et al.* (1982).

Conforme Wolle (1985), em cortes e escavações em terrenos naturais, a modificação geométrica, alterando o estado de tensões da massa, pode por si só causar a ruptura de taludes. No entanto, a presença de estruturas reliquias herdadas da rocha-mãe implica em comportamentos diferenciados da resposta do maciço em função da relação entre a geometria dos cortes e sua estruturação: existem *"regiões as quais são mais susceptíveis a instabilização, desde que algumas porções da massa são limitadas por superfícies ao longo das quais a resistência ao cisalhamento é menor"* (Wolle, 1985, tradução minha).

Prossegue o autor citado: *"Quando o fraturamento reliquiar é muito intenso e caótico [ou, diríamos, o grau de alteração da massa é suficiente para que o contraste de resistência entre a massa e as*

descontinuidades não seja significativo] a massa tende a apresentar um comportamento similar a material não-coesivo, sofrendo ruptura generalizada toda vez que um corte é aberto com inclinações maiores que um certo ângulo de equilíbrio. /.../ Em casos onde o fraturamento é menos intenso, cunhas e blocos tendem a ser destacados da massa e podem deslizar ao longo de planos de fraqueza" (Wolle, 1985, tradução minha).

Ou seja, nos maciços anisotrópicos, o comportamento espacial "favorável" do conjunto das estruturas (xistosidade, famílias de juntas, falhas), associado a boas características de resistência do material inter-descontinuidades, poderá garantir uma adequada estabilidade mesmo em taludes de alta inclinação. Orientações desfavoráveis condicionarão a instabilização de blocos, cujo porte será função do tamanho do talude e da disposição e espaçamento das descontinuidades, ao longo das quais a resistência ao cisalhamento é (via de regra) menor e pelas quais o movimento seja geometricamente possível. Frequentemente nesses casos o deslizamento se dá pela superfície de xistosidade (evidentemente quando o mergulho desta é maior que o ângulo de atrito da superfície e o bloco é descalçado), sendo a disposição das juntas condicionante complementar. Mesmo nos casos em que a xistosidade mergulha contra a encosta (o que em geral se associa a maiores declividades da mesma), as juntas podem isolar blocos de tamanhos variáveis, predispostos à queda. Esta pode, inclusive, nos maciços de meta-sedimentos com camadas de resistências contrastantes, ser favorecida pelo descalçamento pela erosão das camadas inferiores.

Ainda nas palavras de Wolle (1985): " [As estruturas reliquias] quando posicionadas de forma desfavorável, podem influenciar decisivamente a estabilidade dos taludes em função do grau de confinamento de porções da massa de solo, ou deslizamentos ao longo de material menos resistente (em relação à massa). /.../ Em algumas situações, as estruturas reliquias posicionadas desfavoravelmente não são detectadas (...) e são somente percebidas através de seus efeitos deletérios". Ou ainda: "No caso de solo com xistosidade ou descontinuidades, se estas forem favoráveis ao corte, e não existir estruturas ou ocupação nas bordas do topo do talude, (...) a experiência tem mostrado que taludes com 60° de inclinação permanecem estáveis a longo prazo, a menos de quedas de blocos ou cunhas localizadas" (PMSP, 1992d).

O desencadeamento dos deslizamentos é em geral relacionado a períodos de chuvas intensas, quando a carga adicional necessária para a movimentação é suprida pela pressão hidrostática resultante do preenchimento das descontinuidades delimitantes dos blocos. No entanto, Fries (1974) lembra

que o grau de saturação afeta a resistência ao cisalhamento devido à diminuição da fricção entre os minerais placóides e da perda da coesão aparente devida à capilaridade (com redução de cerca de 30% entre amostras de solos secos e saturados).

"A perda de [pressão de] sucção em solos areno-siltosos ou argilo-arenosos devido à saturação (...) pode ser explicada devido à continuidade ou não da matriz finamente granulada ou devido ao relacionamento entre grupos de partículas associado ao tamanho e distribuição dos poros intra- e inter-grupos" (Wolle, 1985, tradução minha). Ressalte-se que "em muitas massas de solos saprolíticos e saprolitos, o fluxo d'água não segue o modelo de "rede de fluxo" dos meios isotrópicos e homogêneos. Pelo contrário, a água frequentemente flue através de veios, juntas ou outros caminhos preferenciais, algumas vezes sobre pressões mais elevadas" (Wolle, 1985, tradução minha).

Este aspecto é também destacado por Costa & Vargas (1985): *"o fluxo de águas subterrâneas em encostas pode ser fortemente influenciado localmente pela presença de várias formas de estruturas herdadas da rocha (...)".* Conforme expõem tais autores, dados experimentais indicam que as permeabilidades na direção paralela à xistosidade pode chegar a ser até quatro vezes maior que na direção paralela.

Costa & Vargas (1985) destacam também que, devido à relativamente alta permeabilidade normalmente observada em solos saprolíticos tropicais, as pressões de poros são grandemente controladas pela intensidade e duração das chuvas, e este fato é refletido nas correlações observadas entre escorregamentos de taludes e pluviosidade.

7.4. Geologia Estrutural Aplicada em áreas urbanas: análise da estabilidade de taludes

Assim, nos saprolitos derivados da alteração de micaxistos, filitos e matassedimentos, notáveis portanto pela anisotropia planar penetrativa (1), sejam heterogêneos ou não, não podem portanto ser analisados como "solos" homogêneos e caracterizados apenas granulometricamente (sendo comum que apresentem textura predominantemente siltosa, cujo campo de comportamento já foi referido como "terra de ninguém" por Cruz, 1973), porque esse atributo somente (dissociado da gênese, grau de alteração, disposição e características das estruturas, variações composicionais) não define seu comportamento geotécnico (2). Nesse sentido podemos recorrer à observação de Legget & Hatheway (1988): *"Em um artigo publicado em 1955, Dr. Terzaghi (...)*

anota: a origem geológica de um depósito determina as propriedades físicas de seus constituintes... Dessa forma, o conhecimento da relação entre as propriedades físicas e a história geológica é de destacada importância prática" (tradução minha).

É para estes tipos de maciços que vislumbramos, portanto, em nosso meio, uma especial importância da Geologia Estrutural Aplicada. Conforme Hasui (1990), esta seria "(...) uma Geologia Estrutural feita de maneira pragmática (...) para apoiar, rápida e eficazmente, o equacionamento e solução de alguns problemas práticos em diversos tipos de projetos e obras". Em nosso caso, uma "Geologia Estrutural Aplicada das rochas decompostas".

Quanto à abordagem das estruturas de interesse à análise de estabilidade de taludes, esse autor considera: *"Normalmente, o geólogo se vê diante de associações estruturais, isto é, vários tipos de feições associadas. Sempre é desnecessário abordar todas elas: algumas devem ser investigadas em detalhe, outras podem ser menos enfatizadas e muitas não necessitam ser abordadas. É preciso, portanto, selecionar aquelas que devem ser objeto de levantamento sistemático e o nível de abordagem. /.../ Os critérios para a seleção das estruturas são: (1) a finalidade da investigação, que por si só, indica muitas das feições de interesse, e (2) o modelo estrutural, a partir do qual se define precisamente quais são elas e a abordagem mais adequada. /.../ O modelo estrutural consubstancia os tipos de estruturas presentes e suas relações de seqüenciação, em termos geométricos e cinemáticos. Para efeito da seleção referida, é suficiente um modelo orientativo, de caráter factual (considera as feições reais) [ênfase minha] e preliminar (elaborada a partir de poucos dados geométricos); ele pode ser elaborado a partir de uma inspeção rápida ao local. Este modelo cumpre a sua finalidade no início das investigações servindo para a seleção das feições e a definição da sistemática de abordagem; o modelo final é aquele elaborado tendo em vista o objetivo e consolidado por um volume adequado de dados"* (Hasui, 1990).

Aqui, nos interessam os procedimentos sistemáticos referentes ao levantamento das estruturas reliquias em campo: *"As juntas são levantadas por amostragens em domínios homogêneos, quanto a atitudes, espaçamentos, persistências e outras características importantes para a finalidade, visando à determinação das famílias (orientação e características) e da geometria do bloco unitário (forma, orientação e dimensões)./.../ Os domínios homogêneos são porções do maciço marcadas por coerência geométrica de tipo de uma estrutura. Na prática, o levantamento de campo considera pequenos trechos ou pontos do maciço,*

selecionados visualmente e em número representativo, de tal modo que neles há constância de atitudes da estrutura. A importância dos omínios homogêneos está no fato de permitirem a setorização estrutural dos maciços" (.../ "A abordagem das falhas, quando de portes grandes (na escala de trabalho), é feita considerando-as como feições singulares, devendo ser mapeadas e analisadas uma a uma quanto ao efeito na obra ou projeto. (.../ Em muitas áreas, as falhas aparecem em grande número, de pequeno porte e formando famílias entrecruzadas: elas são abordadas como as juntas" (Hasui, 1990).

Ressalte-se que no caso particular dos saprolitos, faz-se necessária a determinação do estado de alteração do maciço e do tipo de preenchimento das descontinuidades, tendo em vista sua influência, como vimos, no comportamento geomecânico das mesmas.

Ressalte-se também que cuidados especiais devem ser tomados: *"Apesar dos maciços apresentarem normalmente direções estruturais preferenciais, algumas zonas se destacam por exibirem sistemas próprios isolados cujas causas são complexas e variadas (...). Deste modo, cada levantamento estrutural só é válido quando for corretamente restringido para uma zona individualizada do talude. Uma vez que isso não seja obedecido, (...) introduzimos enormes erros ao abrirmos a possibilidade inexistente de combinações de diferentes sistemas estruturais, ou ainda, ao sugerirmos a combinação de descontinuidades com amplitudes não similares" (Santos, 1975). De fato, cabe ser registrado que esse assunto já havia sido adiantado por Terzaghi (1965).*

7.5. Estudos de Casos do Município de São Paulo

Apesar do Município de São Paulo encontrar-se sobre terrenos estruturados por extensos falhamentos, tem sido observado (PMSP, 1992d) que tais descontinuidades raramente influem nos processos comuns de escorregamentos, sendo de fato as descontinuidades mais críticas a xistosidade ou foliação reliquiares, assim como os sistemas de juntas. Embora Bjornberg (1992) aponte a possibilidade (ainda que não efetuada por ele mesmo) de ser estudado o relacionamento dessas descontinuidades de pequeno porte às grandes estruturas, o mesmo autor ressalta que a superposição de ocorrências tectônicas em diferentes épocas e as mudanças dos estados de tensões, modificando o tipo e o grau do fraturamento, dificultarão as tentativas de previsão.

Quanto à atividade neotectônica, destaca Riccomini (1989): "*Sua provável recorrência em tempos mais recentes, não registrada de forma mais significativa no período histórico devido ao curto espaço de tempo em que ocorreu a ocupação européia da região, deve ser melhor considerada como força motora para acidentes naturais; não necessariamente terremotos de grande intensidade, pelo menos ao nível do conhecimento atual, mas de escorregamentos, deslizamentos de encostas, entre outros*". Na verdade, apesar da possibilidade da atividade neotectônica - dos movimentos crustais recentes - poder vir a ter importância em termos de riscos geológicos, não têm sido encontradas evidências de tal relacionamento, ou mesmo sido relatadas situações significativas quanto a este aspecto, nas formas como se dão as situações de risco, em sua generalidade, no Município de São Paulo. Seja como for, é um assunto que exigirá ainda tratamento mais cuidadoso.

Estabilidade de talude em conjunto habitacional de São Paulo

Silva & Peloggia (1994) apresentam um estudo de estabilidade de talude existente no conjunto habitacional do Jd. Apuanã, na zona Norte da cidade de São Paulo. Tal conjunto se encontrava em fase adiantada de obras, quando surgiram dúvidas acerca da segurança de algumas novas unidades a serem implantadas muito próximas a um talude existente, no caso uma encosta natural modificada por um corte na base. Anteriormente, em fase de projeto, estudos geotécnicos realizados, considerando genericamente toda a área do conjunto e as más características dos solos saprolíticos resultantes da decomposição de filitos presentes, recomendaram a execução de taludes de corte com inclinação máxima de 1V:2H. Em função dessas conclusões seria necessária a implantação de estrutura de contenção em função do restrito espaço disponível.

O talude em questão apresenta altura variável, chegando ao máximo de 10m. O pé foi cortado definindo-se uma face de aproximadamente 4m de altura e inclinação da ordem de 55⁰; a porção superior, de inclinações mais suaves (da ordem de 30⁰ a 35⁰) ainda conserva o solo superficial pouco espesso (0,5m-1,0m) e o recobrimento vegetal. A inclinação média do talude é de 40⁰, sendo o mesmo sustentado por maciço de saprolito de filito com intercalações eventuais de delgadas camadas de meta-arenitos finos e meta-siltitos, bem como veios de quartzo localizadamente. Trata-se de uma *rocha alterada a muito alterada e pouco fraturada*. Apresenta estrutura foliada marcante e juntas que cortam o maciço em disposições espaciais variáveis, somente algumas das quais preenchidas por óxidos de Manganês. Não foram observadas evidências de movimentação nas juntas.

Uma sondagem a percussão realizada à meia-encosta, a aproximadamente 30m do local considerado, atingiu o "impenetrável" a 5m de profundidade, atravessando uma delgada camada superficial fofa e a seguir solo de granulometria silto-arenosa, pouco argiloso e pouco micáceo, compacto a muito compacto (saprolito). Em nenhuma das sondagens efetuadas no empreendimento, que chegaram a alcançar 11,5m de profundidade, foi atingido o nível d'água.

Procedeu-se, portanto, à caracterização espacial das discontinuidades existentes e sua análise através de projeções estereográficas, sempre com o cuidado de anotar suas feições peculiares (abertura, espaçamento, continuidade, percolação etc.), principalmente das juntas. Os dados foram coletados e analisados em dois locais, que em conjunto representam toda a extensão do talude (figura 1).

A caracterização espacial das discontinuidades existentes e sua análise através de projeções estereográficas revelou que a foliação (xistosidade) tem orientações predominantemente para Nor-Nordeste (NNE) com altos mergulhos no quadrante Noroeste (NW), sempre para o interior do maciço ou com mergulhos mais acentuados que o talude, e portanto em posição geométrica "favorável" à estabilidade. As juntas, em sua maioria, têm mergulhos para Sudeste (SE), o mesmo acontecendo com suas arestas de intersecção (as quais determinam a direção dos movimentos "em cunha" de blocos do saprolito), portanto em posições também "favoráveis" à estabilidade (não condicionam movimentações em função de posição da face do talude). Uma única família de juntas de direção Noroeste (NW) e mergulhos para Sudoeste (SW), observável mais claramente no ponto "2", é parcialmente "desfavorável", sendo porém de ocorrência rara e de pequena continuidade no talude; as intersecções com as demais fraturas e com os planos da foliação são praticamente paralelas à direção do talude, ou caem em direção ao interior do maciço.

A partir dos estudos realizados foi possível considerar o talude estável (*sem perigo à ruptura*, segundo a classificação proposta por Hunt, 1990), não havendo necessidade de obra de contenção caso não sejam alteradas as condições atuais, recomendando-se apenas a execução de drenagem de crista e pé do talude e manutenção da cobertura vegetal.

Análise e mapeamento de riscos geológicos na Favela do Jd. Eliane, Zona Leste do Município de São Paulo

A favela do Jd. Eliane é um assentamento espontâneo de baixa renda ocupando área municipal em cabeceira de drenagem de altas declividades, remanescente do processo de loteamento e urbanização. O processo de ocupação das encostas foi realizado predominantemente através de cortes e aterros individuais, estes que avançam sobre o fundo do vale, entulhando-o (depósito tecnogênico de assoreamento) e dificultando o escoamento superficial.

Como descrevem Barros & Peloggia (1993), *"o vale do Jd. Eliane, escavado em maciço residual de rochas meta sedimentares de médio grau metamórfico (micaxistos, xistos quartzosos, metarenitos), cortados por veios e bolsões graníticos, encaixa-se na orientação do plano-axial de uma antiforma (dobra da xistosidade), com eixo caindo para Norte, definida em macro-escala. Dessa forma, a situação de relevo invertido <propiciada pela exumação do embasamento cristalino pela remoção erosiva do capeamento sedimentar terciário> associada à orientação da estrutura propicia que a xistosidade comporte-se "favoravelmente" à estabilidade do maciço em praticamente todas as porções da encosta. Onde o maciço residual é exposto em taludes de corte (de face, portanto, para oeste), na encosta Leste, a disposição espacial das principais discontinuidades (foliação e sistemas de fraturas) e suas intersecções, delimitando blocos de saprolito, não favorecem as rupturas"*.

Aí, tanto a xistosidade principal quanto uma clivagem espaçada paralela (a descontinuidade principal e que define o "desplacamento" do maciço) apresentam direções predominantemente no quadrante NW, com mergulhos intermediários para NE. A análise estrutural através de estereogramas mostra que o fraturamento, pouco sistemático mas em geral com altos mergulhos, também define arestas de intersecção entre si e com a xistosidade com caimentos para NE e SE. Assim, nesta área os casos de escorregamentos relatados relacionam-se somente a aterros lançados e coberturas remobilizadas, principalmente, ou aos solos superficiais, como descrito pelos autores supracitados.

Os escorregamentos do Parque Araribá, Campo Limpo, em 1991

Trata-se de um maciço saprolítico derivado da decomposição de gnaisses miloníticos ou milonito-gnaisses, quartzo-feldspáticos com biotita, muscovita e granada, muito heterogêneos, de aspecto bandado. A granulação é

média a grossa, a textura protomilonítica, por vezes cataclasada. No saprolito, apesar da decomposição dos minerais, preservam-se as fraturas da rocha (muito alterada), as quais visivelmente condicionam a separação e movimentação de blocos. O sistema de fraturas NW/NE, com altos mergulhos e fraturas sem preenchimentos, com espaçamentos da ordem de 10 a 20 cm, mais concentradas em certos pontos do maciço, é o mais importante. A foliação apresenta-se concentrada na direção NE, com baixos mergulhos para SE.

O talude de corte efetuado tem orientação NE, com alto mergulho para SE. Observações no local mostraram: a ruptura de blocos do saprolito em cunhas condicionadas por dois sistemas secundários de fraturas (N10W/26NE e N05E/40/SE); a movimentação de grandes blocos condicionados pelo fraturamento principal. Tais movimentações, induzidas pelo corte, propagaram-se pelos horizontes superiores do maciço, mas aí mostrando a geometria típica das rupturas de secção em arco de círculo dos escorregamentos rotacionais, como demonstrado pela configuração em arco das trincas de tração surgidas no topo da encosta.

Taludes na favela do Jardim Morro Doce, Jaraguá

Trata-se de uma encosta sustentada por saprolitos de uma sequência meta-sedimentar, capeada por colúvio pouco espesso (1 a 2 m) com linha de seixos (quartzo, quartzito e placas de xisto), mais espesso na base da encosta. A encosta foi cortada na base para a implantação de moradias. Na base do corte observa-se uma camada inferior de meta-arenito argiloso maciço, com seixos deformados e estirados de granito; sobrepõem-se um mica-xisto quartzoso, de granulação fino-média, e meta-arenitos micáceos finos, laminados, com deslocamento de espessura centimétrica.

A observação do corte mostrou a existência de cicatrizes de quedas de blocos condicionadas pela intersecção de duas famílias de juntas (N45E/75NW e N40W/subvertical) e da xistosidade (N10W/40NE), as quais puderam ser definidas geometricamente pela análise estrutural através de estereogramas. A estabilidade geral do corte é assegurada pela disposição "favorável" da xistosidade (a qual mergulha para o interior do maciço). No entanto, nota-se que o efeito de queda de blocos restringe-se à camada de xistos, rígida, e é propiciado pelo descalçamento por erosão da camada inferior arenosa, maciça mas friável (fotografia 6).

Vemos aqui que o efeito do intemperismo atuando sobre um maciço de rochas meta-sedimentares pode conduzir a um comportamento semelhante àquele de um pacote de rochas sedimentares nos quais se alternam rochas

duras e tenras, mas com o condicionante adicional das estruturas tectônicas reliquias preservadas em determinadas camadas.

Neste local ressalta-se a influência da litologia no comportamento geotécnico, através dos pacotes quartzíticos. Na encosta oposta à anteriormente descrita, no mesmo vale, encontram-se à base da vertente camadas de quartzito (meta-arenito) pouco micáceo, placoso, de granulação fina a média, mal selecionado, com intercalações pouco espessas de cloritaxistos escuros. Mantendo a atitude espacial das camadas anteriores (e portanto devendo tratar-se de um pacote geometricamente inferior, mergulhando sob elas), apresenta portanto um comportamento potencialmente desfavorável à estabilidade da encosta.

Talude de corte na Favela Bueru, Penha

Trata-se de um inclinado talude de corte (N60W/face SW) efetuado em maciço residual cristalino (que inclui micaxistos e granitos) aflorante entre o córrego Tiquatira e a planície do Tietê, na região da Penha. Trata-se de um saprolito de biotita-xistos, biotita-quarto xistos, xistos quartzosos e meta-arenitos micáceos, de texturas grano-lepidoblásticas a granoblásticas e granulação fina-média. a foliação principal Sn (xistosidade) é na verdade um bandamento diferenciado milimétrico a sub-milimétrico, alternando bandas escuras a biotita e claras a quartzo e feldspato.

A xistosidade apresenta orientações espaciais regulares entre N20W e N50W, com mergulhos de 40° a 50° para NE, um comportamento portanto favorável à estabilidade do talude, pois uma eventual ruptura atuaria contra a elevada resistência do saprolito na direção perpendicular à xistosidade. Identificam-se no local três famílias de juntas, a saber: F1, de atitude n70W/subvertical, e espaçamento de 30 a 50 cm; F2, de atitude n10W/75SW, concentrada em faixas de espaçamento decimétrico; F3, de atitude espacial N40W/subvertical, pouco contínua e com espaçamento de aproximadamente 10 cm. A análise estrutural através de estereogramas mostra que também essas descontinuidades não propiciam a delimitação de blocos em situação geométrica propícia à movimentação.

A solução proposta para a estabilização do talude, portanto, devido ao comportamento das estruturas e à alta resistência do saprolito, restringiu-se à proteção superficial contra a erosão, com tela argamassada.

Escorregamentos planares em taludes de corte do loteamento Jardim Oriental, Zona Sul do Município de São Paulo.

Nesta área as encostas são sustentadas por maciços de solos saprolíticos e saprolitos de micaxistos de granulação fina predominantemente, notáveis pela anisotropia definida pela xistosidade, e de constituição silto-arenosa micácea, com intercalações de bolsões ora mais ora menos possantes de solos de alteração de rochas pegmatóides, esbranquiçados, de constituição argilo-arenosa, friáveis.

Tais maciços, fraturados, foram expostos em taludes de corte, nos quais pode ser observado que a atitude da xistosidade é variável (possivelmente por efeito de dobramento), podendo comportar-se favoravelmente ou desfavoravelmente à estabilidade dos taludes, de local a local.

Quanto à forma de implantação do loteamento, observa-se a disposição das ruas de modo principalmente paralelo às curvas de nível, e a implantação de lotes perpendicularmente às mesmas, sendo a implantação de moradias realizada em patamares predominantemente de corte ou de compensação corte/aterro, com taludes de alturas variáveis e inclinações elevadas, contidos por muros de arrimo ou não.

Localmente, em função da relação geométrica entre a atitude das estruturas geológicas e da disposição das encostas (e assim dos lotes implantados, com sua maior extensão na maior declividade do terreno em regra), geraram-se situações de cortes instáveis entre os lotes. Os escorregamentos observados foram rupturas tranlacionais, planares, de blocos do saprolito exposto, condicionados pela interseção de dois sistemas de fraturas, tendo os deslizamentos se dado pela superfície da xistosidade reliquiar. Dessa forma, o deslizamento compromete tanto a moradia do lote inferior, por atingimento, quanto do superior, por descalçamento das fundações (fotografias 3, 4 e 5).

7.6. Maciços saprolíticos graníticos e granito-gnáissicos

Como descrevem Bigarella et al. (1994), "*numa rocha granítica, o avanço da alteração ao longo das estruturas faz-se de maneira diferencial, originando inúmeros blocos e matacões que podem ser concentrados na superfície do terreno através de processos erosivos, dando origem aos "mares de blocos". Os matacões podem estar imersos, portanto, em solo saprolítico (alteração in situ) ou em material coluvial que os recobriu posteriormente. Ainda segundo os autores citados, os maciços*

graníticos apresentam comportamento diferenciado, *"ao contrário das rochas xistosas e gnáissicas, nas quais a presença de foliação faz com que a alteração de rocha esteja menos associada ao sistemas de diaclasamento"* .

Esta peculiaridade dos terrenos tem influência direta nas particularidades de sua ocupação e das situações de risco geológico associadas. Nas palavras de Bigarella *et al.* (1994), a ocupação antrópica, agindo principalmente no sentido de provocar o desmatamento, acentuaria a ação do escoamento superficial, facilitando a exumação dos matacões.

Segundo a concepção mais difundida, a estabilidade de um matacão imerso em um maciço de solo residiria em seu grau de envolvimento por este. À medida em que o solo envoltório fosse retirado, por erosão ou mesmo escavação, mais externa ficaria a posição do centro de gravidade do bloco (ponto teórico onde geometricamente se aplicaria todo o peso). Quando a posição vertical do centro de gravidade passasse fora do apoio do bloco no solo, o bloco ficaria apto a escorregar ou tombar.

No entanto, as instabilizações, propiciadas por descalçamentos pelos próprios cortes artificiais ou por erosão, podem ser mais complexas que simples quedas de blocos ou rolamentos, envolvendo a ruptura de cunhas de solo saprolítico subjacente. Este fenômeno foi observado recentemente (Av. Cantídio Sampaio, ano de 1993), envolvendo um matacão granítico de grande porte junto à crista de um talude de corte em solo saprolítico, de cerca de 6m de altura, o qual apresentava um contínuo processo de erosão nas bordas devido ao lançamento de águas usadas. Apesar da geometria desfavorável e do encharcamento permanente do solo, o corte permaneceu estável por pelo menos dois anos até ocorrer a ruptura, em um período de pluviosidade não muito intensa. Acredita-se que o escorregamento tenha sido causado, além dos outros fatores predisponentes, pela perda progressiva das forças resistentes de atrito nas laterais do matacão, por erosão, fazendo com que se aumentasse lentamente a sobrecarga que o mesmo exercia sobre o solo subjacente até atingir-se o equilíbrio-limite e a ruptura (Peloggia & Silva, 1994).

Um fenômeno de instabilização também comum em taludes de corte em maciços saprolíticos de granitos, isotrópicos, refere-se ao desmoronamento de "lascas" de solo. O alívio de pressão pela escavação do solo confinante proporciona o aparecimento de fendas paralelas à face do talude; a infiltração de água, preenchendo as fendas abertas, proporciona a pressão hidrostática necessária à ruptura.

Notas

(1) estrutura penetrativa: estrutura repetitiva (definível) em todas as porções do volume (maciço), à escala considerada.

(2) Ao tratar dos parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito interno) dos "siltes", comenta Cruz (1973): *"no caso dos solos siltosos, encontramos numa espécie de 'no mans land'. Pessoalmente, considero os siltes os piores materiais possível para se lidar, pelo menos por três razões: i) são materiais fracos ($c \sim 0$; $\phi \leq 30^\circ$); ii) baixa capacidade de absorção de água (passagem do Limite de Plasticidade (LP) ao Limite de Liquidez (LL) com variação de teor de umidade de 2% a 5%); iii) são materiais ainda bastante desconhecidos, especialmente no estado natural"*. De fato, um ensaio de cisalhamento direto realizado pela PMSP (dados inéditos) em porções superiores, extremamente decompostas, de um perfil de solo saprolítico de micaxisto (texturalmente um silte areno-argiloso), mostraram resultados preliminares com coesão pouco maior que zero e ângulo de atrito ao redor de 22° , com peso específico da ordem de $1,6 \text{ g/cm}^3$. Note-se que esses resultados, no entanto, não são esperados para as porções inferiores do perfil de solo.

Figura 7.1. Acima: projeções estereográficas representando o comportamento espacial das estruturas reliquias em maciço saprolítico de filitos do Jd. Apuanã, em dois pontos do talude analisado (respectivamente diagramas A e B), conforme Silva & Peloggia (1994). 1: talude; 2: foliação; 3: famílias de juntas; 4: arestas de intersecção; t1: talude com inclinação média; t2: corte na base do talude. As projeções utilizaram redes de igual área (Schmidt), hemisfério inferior. Abaixo: perfil topográfico do talude estudado no Jd. Apuanã.

Figura 7.2. Tipos estruturais e litológicos de significativa ocorrência em saprolitos no MSP. Acima: Mica-quartzo-xisto fino-médio, granolepidoblástico. A foliação S_n é de crenulação (discreta), sendo preservados restos de uma foliação anterior (S_{n-1}) nos microlitos de espessuras submilimétricas a milimétricas. O microdobramento da S_n gera uma lineação ($L_{cr}=L_{n+1}$) observável nessa superfície. Abaixo: sericita-xistos prateados de granulação fina, quase filitos, com pouco quartzo. Não se observa bandamento diferenciado a olho nu. A xistosidade (S_n) está microdobrada, gerando lineação de crenulação (L_1), e as duas são cortadas por uma lineação de intersecção de clivagem pouco espessada ($L_t=L_{st}/S_n$). ocorrem camadas de espessuras centimétricas a sub-centimétricas quartzosas, e veios de quartzo.

Fotografia 7.1. Xisto quartzoso, Jd. Damasceno, Zona Norte de São Paulo. Uma intensa clivagem espaçada tardia (St), à qual associa-se o "desplacamento" observado na foto, superimpõe-se à foliação principal (Sn), e representa a estrutura planar de maior importância na estabilidade do maciço saprolítico: superfícies preferenciais de deslizamento.

Fotografia 7.2. Talude de corte no maciço saprolítico anterior, ao pé da vertente, onde observa-se o efeito do "desplacamento" associado à clivagem espaçada, em posição "desfavorável" à estabilidade da encosta.

Fotografias 7.3 e 7.4: Maciço saprolítico de micaxistos do Jardim Oriental, zona Sul do MSP. Acima, detalhe da interseção da foliação principal (xistosidade) e dos principais sistemas de juntas. Abaixo, a posição desfavorável das estruturas, expostas em talude de corte, condicionando escorregamentos em cunhas e colocando em risco as construções no topo e ao pé do talude.

Fotografia 7.5. Detalhe da superfície de escorregamento de bloco de saprolito de micaxisto no Jd. Oriental. O deslizamento se deu pela superfície da xistosidade, sendo o bloco movimentado delimitado por esta superfície e por dois sistemas de juntas, conforme definido geometricamente no croquis do talude e na projeção estereográfica (abaixo). Sn: xistosidade; F1 e F2: sistemas de juntas; T: talude de corte; ME: massa escorregada.

Fotografia 7.6. Queda de bloco de saprolito condicionada pela orientação das estruturas em sericita-quartzo-xistos e meta-arenitos laminados do Grupo São Roque, e propiciados pelo descalçamento da camada basal arenosa maciça (Bairro Morro Doce, Zona Noroeste do MSP, 1993). Abaixo, croquis da estruturação do maciço saprolítico meta-sedimentar e definição geométrica da queda de blocos através de projeção estereográfica. Sn: xistosidade; F1 e F2: sistemas de juntas; T: taludes; H: habitação ao pé do talude

Fotografias 7.7 e 7.8: Influência da litologia nas características dos maciços saprolíticos e nos processos de escorregamento. Acima, camadas de quartzitos micáceos do Grupo São Roque, mostrando escorregamentos planares de placas de saprolito pela superfície da foliação principal (Jardim Morro Doce). Abaixo, movimentação de blocos de saprolito de gnaissé condicionada pelo fraturamento reliquiar (Parque Araribá) (foto cedida por H. Takiya).

Fotografias 7.9 e 7.10. Características dos maciços saprolíticos e a ocupação. Acima, implantação de moradias "embutidas" em patamares de corte em maciço saprolítico de micaxistos com a xistosidade em posição geométrica favorável à estabilidade da encosta (Itaquera, zona leste do MSP). Abaixo, corte sub-vertical no mesmo maciço, em posição geométrica diversa, mostrando cicatrizes de quedas de blocos delimitados pela intersecção de sistemas de juntas.

Fotografia 7.11. Corte expondo solo saprolítico de granito com núcleos de rocha menos alterada imersos. Favela Morro da Esperança, Vila Nova Cachoeirinha, zona norte do MSP. Abaixo, representação esquemática do escorregamento de matacões envolvendo o saprolito subjacente. Mt: matacão granítico; ME: massa escorregada; TE: terreno erodido nas bordas do matacão; T: talude; M: maciço saprolítico; SR: superfície de ruptura.

Fotografias 7.12 e 7.13. Acima, fenômeno de erosão interna em tubos ("piping") em corte expondo o solo saprolítico de granito subjacente a uma cobertura coluvial, sendo o contato bem marcado por uma linha de seixos. Abaixo, matacão granítico imerso em solo de alteração, mostrando o contato abrupto entre a rocha inalterada e o saprolito.

CAPÍTULO 8

Situações de riscos geológicos associadas a depósitos tecnogênicos construídos8.1. Introdução

São englobados na categoria de depósitos tecnogênicos construídos aqueles depósitos resultantes do transporte e deposição de materiais por intermédio da ação direta do homem, e que restam no local onde foram criados. De modo geral os depósitos tecnogênicos construídos podem ser classificados, como foi discutido anteriormente, em função do material de que se constituem: em depósitos espólicos (sejam aterros compactados tecnologicamente controlados, as verdadeiras "obras de terra" da Engenharia, ou mais raramente depósitos em "bota-fora"); em depósitos úrbicos, predominantemente lançados em "bota-fora", aterrando baixadas, fundos de vale ou predominantemente as porções côncavas do relevo, os "anfiteatros" morfológicos das cabeceiras de drenagem; ou então em aterros de material inerte; em depósitos de material dragado, englobando por exemplo os depósitos de desassoreamento de canais das drenagens principais, bem como tanques de decantação de resíduos minerários finos; e em depósitos gárbicos, sejam tecnologicamente controlados (aterros sanitários) ou simples "lixões".

Este capítulo é eminentemente informativo, e tem esse caráter porque, se por um lado uma análise mais exaustiva de suas complexas características e comportamentos geotécnicos extrapola os limites de nosso trabalho, por outro as situações de risco relacionadas a estes depósitos tecnogênicos não podem deixar de ser expostas.

Conforme destaca Mori (1992), *"uma significativa parcela dos acidentes (geotécnicos urbanos) ocorre em aterros. Geralmente os aterros urbanos são simplesmente lançados ou compactados apenas pelo tráfego de equipamentos de terraplanagem, sem maiores rigores de densidade e umidade. Muitas vezes contêm lixo ou entulho misturado e quase sempre [são] construídos sem encaixes com o terreno natural em degraus escavados, sem ao menos se retirar a vegetação, e com drenagem superficial mal dimensionada. Drenagem interna simplesmente inexiste".* A situação de potencial acidente se transforma em situação de risco tanto mais grave em função da possibilidade de ocupação precária em tais áreas, conforme se verifica exemplarmente nas fotografias 3 e 4.

8.2. Escorregamentos em depósitos de "bota-fora"

O aterro da favela "Nova República".

Como relatam Peloggia *et al.* (1992), o escorregamento do aterro adjacente à área da favela "Nova República", ocorrido no dia 24 de outubro de 1989, consistiu na ruptura parcial desse depósito tecnogênico construído, constituído de material "úrbico", com altura superior a 40m, e envolveu um volume aproximado de 100.000 m³ de material mobilizado e provocando a morte de 14 pessoas.

O aterro em questão é constituído de solos silto-arenosos e argilosos, não compactados, solos com matéria orgânica e, ainda, entulhos de construção e lixo eventualmente. Conforme descrevem os autores citados, com base nas informações oficiais existentes, foi reconhecido que houve cuidado mínimo com a estabilidade, com a construção de três patamares e taludes de inclinação 1V:2H, com bordas mais elevadas de modo a diminuir a erosão nos taludes. Não foi, no entanto, construída camada drenante no contato com o terreno natural, um maciço de solo residual de rochas gnáissicas com capeamento de solo superficial argiloso.

O movimento de massa ocorrido pode ser classificado como *corrida de terra* (no sentido que lhe atribuem Guidicini & Nieble, 1983), e foi deflagrado independentemente da ocorrência de precipitações intensas. A massa semifluida movimentada atravessou o fundo do vale e atingiu a favela na encosta oposta ao aterro.

Estudos realizados na época sobre o escorregamento, sintetizados por Mori (1992), concluíram que a causa do escorregamento foi a geração de pressões neutras, decorrentes da ocorrência de lençol d'água empoleirado no corpo do aterro, e criado por infiltrações contínuas provenientes de empoçamentos de águas servidas. As alturas críticas do nível d'água no interior do depósito, que poderiam instabilizá-lo, foram calculados por retroanálise como da ordem de 14 a 16m.

Aterro "Fazenda da Juta".

Conforme Peloggia *et al.* (1992), tratou-se de um escorregamento de grandes proporções de um aterro de "bota-fora", também de material "úrbico", de aproximadamente 40m de altura, ocorrido no dia 26 de abril de 1992, na região sudeste do MSP. O depósito tecnogênico foi implantado em uma cabeceira de drenagem, em um vale de vertentes sustentadas por maciço de

micaxistos, e ampliado continuamente ao longo de vários anos, através do lançamento de solos provenientes de escavações, de características diversas, entulhos de construção e lixo.

O escorregamento se processou em duas etapas: a movimentação inicial de cunhas de solo do aterro, movimentadas a curtas distâncias e causando altos ruídos; e uma série subsequente de deslizamentos, após mais de uma hora de intervalo, sob a forma de cunhas escalonadas (escorregamentos rotacionais remontantes) junto ao aterro, em suas porções superiores, e corrida de terra (*sensu* Guidicini & Nieble, 1983) a jusante. Formou-se um corpo de escorregamento de mais de 400m pelo talvegue, soterrando 17 moradias, mas não tendo havido vítimas.

Ainda conforme os autores citados, os estudos geotécnicos efetuados, que estimaram em 60.000 m³ o volume desestabilizado, mostraram a atuação fundamental da água no processo de escorregamento, como demonstrado pela elevada mobilidade da massa escorregada em um *talweg* de pequena inclinação (50° a 70°), bem como pelas muitas poças d'água formadas nas depressões da massa escorregada. Foi concluído que (como no caso do aterro da favela "Nova República") o agente instabilizador foi a pressão neutra elevada criada por um lençol freático suspenso confinado no corpo do depósito tecnogênico, originado por infiltrações contínuas. As simulações matemáticas de análise de estabilidade efetuadas mostraram que deveria existir uma altura da ordem de 22m de coluna d'água no aterro para provocara ruptura.

O escorregamento da Vila Madalena em 1983.

Por outro lado, Wolle & Silva (1992) descrevem um escorregamento de aterro posicionado sobre sedimentos terciários da BSP, ocorrido em 1983 na Vila Madalena, zona oeste do MSP, nas encostas do espigão central. A ruptura associou-se a um período de chuvas intensas, e o mecanismo de instabilização desenvolveu-se pela percolação de água através do maciço, sendo para os autores inegável a contribuição proveniente do lençol suspenso nas camadas terciárias.

8.3. A estabilidade dos aterros urbanos

Em síntese, tais instabilizações permitem a definição de algumas características gerais:

- a alta mobilidade da massa escorregada;

- o mecanismo de instabilização associado à geração de pressões neutras no maciço (lençol d'água empoleirado);
- independência em relação à ocorrência de chuvas;
- alto potencial destrutivo.

Os fatores condicionantes da estabilidade dos aterros podem ser sintetizados como segue (PMSP, 1992d):

1. Resistência do maciço do aterro: a resistência ao cisalhamento do solo do aterro depende de seu estado de compactação. Conforme Fanning & Fanning (1989), depósitos de materiais úrbicos, nivelados e compactados pelo trânsito do equipamento de terraplanagem, têm tipicamente pesos específicos da ordem de 1.6 t/m^3 .

2. Pressões neutras no maciço: a estabilidade de um aterro está associada basicamente ao controle das pressões neutras desenvolvidas em seu interior. Se o terreno de fundação do aterro não for condicionante de sua estabilidade, ele será sempre seguro para taludes de inclinações iguais ou mais suaves que o ângulo de repouso do solo simplesmente lançado, desde que não se desenvolvam pressões neutras. Existem três possibilidades principais para o desenvolvimento de pressões neutras no maciço: infiltrações de águas usadas ou de chuvas, vazamentos de tubulações enterradas e água proveniente da fundação, quando esta estiver saturada ou tiver surgências d'água.

Conforme Mori (1992), a camada superficial argilosa do *terreno de fundação* (ou seja, o solo laterítico) é uma das causas fundamentais dos problemas de estabilidade dos aterros. Tal camada, com macroporos devidos à lixiviação de seus componentes solúveis, quando submetida à sobrecarga de um aterro torna-se bastante impermeável no contato aterro-fundação, propiciando a formação de lençóis d'água suspensos (PMSP, 1992c).

3. Resistência do "terreno de fundação": é o fator condicionante da estabilidade de aterros executados em regiões de várzeas ou baixadas aluvionares, onde ocorrem camadas espessas de sedimentos argilosos de consistência mole. Aterros construídos em terrenos de encosta ou de cotas mais elevadas do que as planícies aluvionares em geral não apresentam problemas de "fundação".

Cabem ainda ser lembrados algumas particularidades referentes à mecânica dos solos desses depósitos (PMSP, 1992d):

"A resistência ao cisalhamento de solos compactados depende relativamente menos do peso específico do que do teor de umidade ou

grau de saturação. Portanto, o grau de compactação não afeta sensivelmente a resistência, desde que o teor de umidade seja constante. Já o grau de saturação afeta diretamente e sensivelmente a resistência".

"Solos silto-arenosos simplesmente lançados sofrem colapso estrutural e apresentam recalques abruptos quando saturados. enrocamentos lançados, constituídos de partículas bem graduadas e alterados, também sofrem colapso com a saturação; /.../ solos argilosos bem compactados tendem a aumentar de volume no processo de ruptura, e essa expansão ajuda a dissipar as pressões de poros, no caso de serem solicitados à ruptura; /.../ solos pouco coesivos a não coesivos, simplesmente lançados, podem absorver grandes quantidades de água e no processo de ruptura se "liquefazem", formando corridas de lama, que se movimentam a grandes distâncias" (PMSP, 1992d).

8.4. Aterros sanitários e "lixões"

Conforme Fanning & Fanning (1989), os "solos criados pelo homem" que provavelmente causarão os maiores problemas no futuro são aqueles em que detritos orgânicos são soterrados. Solos nos quais materiais de lixo (material "gárbico") são enterrados podem dar lugar: a) a subsidências das superfícies dos terrenos; b) a riscos de explosões em função da geração de metano e outros gases naturais sob condições anaeróbicas; c) à contaminação das águas subterrâneas com substâncias químicas. Do nosso ponto de vista, no entanto, interessa-nos analisar particularmente as situações de risco relacionadas a instabilizações desses depósitos. Nesse sentido, Wolle (1992) ressalta que *"a estabilidade dos assim chamados "aterros sanitários" é tipicamente uma questão geotécnica, com dificuldades e complexidades especiais (não é possível, por exemplo, modelar tais aterros ou seus materiais constituintes através dos ensaios convencionais em laboratório, como é praxe na maioria dos problemas que envolvem a Mecânica dos Solos".*

Conforme Whitton et al. (1993), havia em 1993 quatro aterros sanitários em operação em São Paulo, e mais quatro em fase de manutenção e recuperação da área. Nos aterros em atividade àquela época eram depositados 295.000 toneladas de lixo e resíduos inertes por mês. No que diz respeito aos resíduos industriais, eram produzidas, segundo os mesmos autores, 5.800 toneladas por dia, sendo que 22% do total era depositado em aterros sanitários municipais. Nas palavras de Schmidell & Vitoratto (1992), *"em termos de quantidades geradas, convém lembrar que cada habitante é capaz de produzir algo como 0,8 kg/dia, o que acaba significando, para uma cidade*

como São Paulo, adicionando-se o lixo industrial, cifras da ordem de 12 mil t/dia (...)".

Benvenuto & Cunha (1992), admitindo que os aterros sanitários representam a solução técnica e economicamente mais viável para a disposição da maior parte dos resíduos sólidos urbanos (o que é também admitido por Schmidell & Vitoratto, 1992), questionam no entanto os critérios geotécnicos de projeto adotados na cidade de São Paulo e no Brasil.

Atendo-se particularmente à análise do caso da ruptura do aterro sanitário Bandeirantes (zona noroeste da MSP), ocorrida em junho de 1991, a qual mobilizou aproximadamente 65.000 m³ de lixo, tais autores concluem que:

"Os fatores condicionantes ao escorregamento foram o acúmulo do [líquido] percolado no interior da massa de lixo associada à inadequada condição geométrica da disposição do lixo na parte superior do aterro (fatores predisponentes) e a elevação das pressões neutras (fator deflagrador). Este último foi devido ao acréscimo de água na massa de lixo, motivado pela elevada pluviosidade que antecedeu o evento e o trincamento do aterro, decorrente das condições precárias de estabilidade anteriores ao evento". Ainda, comentam que *"o escorregamento teve características de uma "corrida" (no caso, "corrida de lixo") que esteve associada à grande quantidade de água que saturava a zona de ruptura"* (Benvenuto & Cunha, 1992).

Ressaltam os autores citados que este tipo de movimentação pode atingir grandes extensões ("maiores que a máxima diferença de nível").

O aterro da Vila Albertina

Este caso em particular merece ser citado pela situação de risco associada, vista a existência de uma favela, com 79 moradias em 1992, localizada a 100m a jusante do pé do aterro.

Para tal situação foram emitidas, pelos estudos efetuados, diferentes opiniões e conclusões, refletindo novamente os enfoques particulares das análises efetuadas.

Assim, um relatório da empresa RTM (1992), observa que os deslocamentos observados no maciço estariam relacionados às chuvas, com respostas rápidas, o que caracterizaria uma influência direta da pluviosidade no estado de tensões apenas na capa superficial do aterro. Dessa forma, sendo o

aterro construído em "células" de lixo vedadas com material terroso, somente as células construídas em períodos de chuvas intensas estariam sujeitas a altas pressões neutras e risco de escorregamento.

Quanto ao possível processo de ruptura, tais autores têm opinião divergente à colocada pelos autores anteriormente citados: *"O processo de ruptura de material não coesivo, que é o caso de aterro de lixo, é de uma corrida de lama quando atingido o limite de equilíbrio. Devido à granulometria bem distribuída, em caso de ruptura, a corrida de lama seria de trajetória relativamente curta, com a segregação e a separação da fração grossa e liberação da fração chorume"* (RTM, 1992). Este raciocínio permitiu aos autores citados concluir que o risco de atingimento da favela por uma corrida de lama seria mínimo.

Rodriguez & Figueira (1992) chegam, no entanto, a uma conclusão diametralmente contrária. Para tais autores, que se utilizam da análise do comportamento dos deslocamentos dos marcos topográficos instalados no aterro, através de projeções esféricas, o aterro estaria se movimentando segundo dois planos razoavelmente bem definidos (à maneira das falhas normais), em regime gravitacional determinado por um regime de tensões determinado pelo peso próprio do aterro, sua configuração geométrica e, possivelmente, a consição de fluxo de drenagem interna. É, assim, recomendada a desativação do aterro.

Tais divergências indicam que o conhecimento sobre o comportamento de tais depósitos carece de bem maior aprofundamento. Deve, ainda, ser lembrado um aspecto particular a este tipo de depósito tecnogênico, que é o papel da pressão exercida pelos fluidos gasosos no interior do maciço, bem como sua movimentação a qual poderia mesmo induzir o trincamento do aterro, facilitando a percolação. Seja como for, trata-se também de um assunto a ser melhor estudado.

8.5. Os depósitos de "bota-fora" de material dragado

Os depósitos de material de desassoreamento de canais constituem outro caso especial de depósito tecnogênico no Município de São Paulo. Conforme Braun *et al.* (1990), constituem-se de onze áreas de deposição de material dragado. Funcionam, assim, como "tanques de decantação", os quais assentam-se sobre aluviões quaternários, com camadas de areis fofa intercaladas a camadas siltosas e argilosas moles, mas também sobre antigos depósitos tecnogênicos, notadamente aterros inconsolidados do antigo leito do rio meandrante ou de áreas anteriormente ocupadas por "portos de areia". Os

autores citados preocupam-se basicamente com a estimativa de riscos envolvidos com os diques de contenção desses depósitos tecnogênicos, chegando no entanto apenas à determinação da segurança "relativa" de um dique em relação a outro.

Quanto às características geotécnicas de depósitos desse tipo, deve ser ressaltado o peso específico tipicamente menor que 1.6 t/m^3 , e comumente mesmo menor que 1.4 t/m^3 (Fanning & Fanning, 1989).

Figura 8.1. Seção transversal do aterro rompido, favela Nova República (conforme Mori, 1992).

Figura 8.2. Fazenda da Juta. Escorregamentos escalonados no corpo do aterro (desenho baseado em fotografias tiradas imediatamente após a ruptura), conforme Peloggia *et al.* (1992).

Figura 8.3. Fazenda da Juta. Seção transversal esquemática do escorregamento, conforme Peloggia *et al.* (1992).

Fotografias 8.1 e 8.2: Depósito tecnogênico proveniente da decantação de rejeitos finos de exploração de areia. Notar as estratificações plano-paralelas resultantes do processo de sedimentação "artificial".

Fotografia 8.3. Ocupação precária sobre e ao pé dos taludes de aterro de "bota-fora", Jardim Sandra, região de Campo Limpo, zona sul do MSP.

Fotografia 8.4. Escorregamento do talude do aterro com atingimento de moradias.

Fotografia 8.5. Escorregamento do aterro de bota-fora da favela "Fazenda da Juta", em 1992. (Foto cedida por Rui T. Mori).

PARTE III

ASPECTOS DA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO
EM ÁREAS URBANAS: CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA

CAPÍTULO 9

Deve haver um "método" para a Cartografia Geotécnica?

"Decerto, a colocação de uma finalidade surge de uma necessidade social e humana; todavia, para que seja uma autêntica colocação, a exploração dos meios, isto é, o conhecimento da natureza, deve ter alcançado um determinado nível de justeza; caso contrário, a colocação da finalidade permanece apenas como projeto utópico, uma espécie de sonho, como foi mais ou menos o caso do vôo, desde Ícaro até Leonardo, e mesmo depois".

(George Lukács, "Ontologia do Ser Social")

9.1. A Cartografia Geotécnica enquanto disciplina essencialmente aplicada

Parace ser um consenso, em uma matéria tão heterogênea, que a Cartografia Geotécnica, enquanto disciplina científica específica e conjunto de procedimentos técnicos, só tem sentido conquanto tenha a *"aplicação como pressuposto"*, como nas palavras de Nakazawa *et al.* (1991). Esta determinação, no entanto, ela mesma leva a questões significativas, quais sejam a aplicação em si e, por trás dela, o método.

A questão pode ser analisada parte por parte. Primeiro, em nosso caso, a ciência natural "aplicada" nada mais é que aquela que se propõe a intervir na prática social (ou nas conseqüências dessa prática), orientando-a; ou seja, aplica-se à resolução de problemas socialmente colocados (por exemplo, como os homens devem ocupar as encostas). Isto implica na possibilidade de adquirir caráter ideológico (na acepção ampla de Lukács (1)), mesmo que o caráter ideológico não faça parte do escopo essencial básico, não seja o momento dominante nas ciências naturais, como se sabe.

Fica-nos claro, portanto, que essa intervenção na realidade social deve ter como pressuposto o conhecimento objetivo dessa mesma realidade. Podemos assim desde já descartar qualquer concepção que desvincula o "campo

tecnológico" do sócio-econômico. Constatações como a de Oliveira & Martins (1994) ajudam-nos a sustentar tal posição: *"Está se tornando patente que o conhecimento trazido pela Geologia é estéril, pois não alcança nem seus objetivos nem os direitos mínimos dessa população [moradora em condições precárias], que é o de viver sob condições ambientais seguras. /.../ O meio físico traduzido pela carta geotécnica representa apenas uma faceta, ainda que persistente no tempo e no espaço, do ambiente urbano, deixando em segundo plano os próprios interessados (...) ao não apresentar de forma clara e objetiva quem faz [e, acrescentaríamos, sob quais circunstâncias se faz] o uso do solo (...)".*

Em outras palavras, isso implica que questões do tipo "como os homens deveriam ocupar as encostas", e como realmente as ocupam, engloba, por um lado, a compreensão da lógica específica da encosta (enquanto categoria geomorfológico-geológica) e, por outro, da tomada de decisões entre alternativas de ocupação, socialmente condicionadas.

Deve ser ressaltado este aspecto: *"Argumentar que 'a ciência e a tecnologia podem solucionar todos os nossos problemas a longo prazo' é muito pior do que acreditar em bruxas, já que tendenciosamente omite o devastador enraizamento social da ciência e da tecnologia atuais. Também neste sentido, a questão central não se restringe a saber se empregaremos ou não a ciência e a tecnologia com a finalidade de resolver nossos problemas - posto que é óbvio que o temos de fazer - mas se seremos capazes ou não de as redirecionar radicalmente, uma vez que hoje ambos estão estreitamente determinados e circunscritos pela necessidade da perpetuação do processo de maximização dos lucros"* (Mészáros, 1987).

Para Engels (1991), isso só será possível *"(...) através de uma organização consciente da produção social, de acordo com a qual se produza e se distribua obedecendo a um plano"*, tendo em vista que a relação entre o homem e a natureza é, como vimos anteriormente, essencialmente mediatizada pela atividade produtiva: indústria.

9.2. A aplicação ao planejamento urbano e suas limitações

Por outro lado, também não restam dúvidas de que a aplicação por excelência da Cartografia Geotécnica se referiria ao "planejamento territorial", em especial o "urbano" (e ainda mesmo como forma de aperfeiçoá-lo).

A posição dominante no meio técnico-científico nesse sentido é bastante nítida. Podemos constatar, por exemplo, que no I Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, realizado em São Paulo em novembro de 1993, das 30 comunicações apresentadas, pelo menos 60% indicavam explicitamente como objetivo o planejamento. Se contarmos proposições indiretamente relacionadas, como "problemas ocupacionais", "potencialidade dos terrenos", "gerenciamento do meio físico" etc., chegamos à esmagadora maioria dos trabalhos expostos. Ainda mais esclarecedor, já há muito propôs-se o estabelecimento de uma disciplina específica inserida ao tema: "Geologia de Planejamento" (2) (Prandini et al., 1974; Prandini, 1976; Infanti, 1976).

Entre alguns dos mais significativos trabalhos presentes na literatura especializada, destacam-se proposições em última análise sempre muito semelhantes. Por exemplo: *"O gigantismo que afeta nossas metrópoles é fruto da ausência de planejamento, ou, mais lamentavelmente, resulta de planejamento fragmentários parcialmente aplicados [...]. A Cartografia Geotécnica sintetiza e interpreta as características do meio físico, prevendo suas possíveis respostas à utilização humana, através da integração de diversos dados, cujo reconhecimento e utilização em planejamento só tinham força de forma fragmentária e obscura (...). [...]. A Cartografia Geotécnica seria o subsídio básico que, conjugado às viabilidades sócio-econômicas, possibilitaria um planejamento seguro e realista"* (Prandini et al., 1974); ou ainda *"A Carta Geotécnica de áreas urbanas contribui sobremaneira para que os planos diretores municipais sejam melhor embasados e reflitam melhor as condições que os diversos tipos de terreno oferecem e exigem para a construção e para a vida das cidades"* (Nakazawa et al., 1991). Finalizando com um exemplo específico: *"Cabe ressaltar que os materiais inconsolidados, quer de natureza residual quer retrabalhados, cobrem toda a área mapeada, com diferentes espessuras e que são de primordial importância quanto às características geotécnicas de interesse para o planejamento do uso e ocupação do solo da região mapeada"* (Rodrigues et al., 1993).

No entanto parece não ter ocorrido a quase nenhum dos pesquisadores, ou ao "meio técnico" ligado à Cartografia Geotécnica em geral, o aprofundamento no entendimento ou, ainda mais, questionar o que quer que seja desse quase dogmático "planejamento". Nesse sentido é muito significativo que sejam raríssimos os relatos de resultados efetivos advindos do conhecimento efetivado. A leitura de alguns autores diretamente ligados a essa questão (do planejamento) por si só já pode trazer, no mínimo, sérias preocupações; vejamos:

"(...) A história do planejamento urbano no Brasil dos últimos 25 anos não autoriza grande otimismo quanto à sua eficácia e operacionalidade [grifo meu]. A experiência dessa época ensinou aos planejadores urbanos brasileiros principalmente como não devem ser os planos: seus objetivos preferenciais e sua concretização, suas propostas megalomaniacas típicas da ideologia do "Brasil Grande Potência", contrapostos à necessidade da maioria da população urbana empobrecida e espoliada por um modelo concentracionista, tanto de renda como de benefícios inerentes à vida na cidade. /.../ [A partir do final dos anos 60] secretarias, institutos e departamentos de planejamento urbano se disseminaram pelas cidades do país, com a missão de promoverem seu 'desenvolvimento integrado e equilibrado', ou seja, seu crescimento e modernização de forma racional e controlada a priori - para que não se produzisse o desvio, a forma de apropriação do espaço imprevista e em desacordo com as normas. Foi neste período que entraram em cena os planos diretores e outros instrumentos de intervenção, como o zoneamento" (Rolnik et al., 1991).

Permitamo-nos um necessário alongamento do tema: "O isolamento do planejamento e sua separação da esfera de gestão, fruto do esvaziamento da atividade política no período autoritário, provocou uma espécie de discurso esquizofrênico nas administrações - de um lado os planos reiteravam os padrões, modelos e diretrizes de uma cidade racionalmente produzida, de outro, o destino da cidade ia sendo negociado, dia a dia, com os interesses econômicos, locais e corporativos (...)" /.../ "A concepção de planejamento urbano correspondia então à idealização de um projeto de cidade do futuro, a ser executado até chegar a um produto final ("modelo de cidade desejada)" /.../ "Na prática, muito pouco das obras previstas sai do papel e 70% da cidade [de São Paulo] não tem nada a ver com as normas e padrões vigentes na legislação de uso e ocupação do solo de forma geral, o que questiona de modo irrefutável a eficácia do planejamento e seus instrumentos" /.../ "Esta concepção de planejamento peca basicamente por não levar em consideração a força dos processos reais de produção da cidade, considerados como desvios da rota desejável" (Rolnik, 1992, grifos meus).

Portanto, não se confirma o sustentado por Zuquette et al. (1990), qual seja: "A não consideração do meio físico nos processos de ocupação é decorrente da não atuação de equipes multidisciplinares no planejamento, como deveria ocorrer para que todos os aspectos do meio ambiente fossem considerados. Os técnicos, de maneira geral (...), têm sido os responsáveis pelos desastres ocorridos, por não considerarem todas as variáveis necessárias".

Ressalte-se: "(...) *as causas de sua ineficácia [do planejamento urbano] não devem ser procuradas nos aspectos técnicos ou científicos dos planos, no seu conteúdo, ou objetivos. Não foi por falhas desse tipo que tantos planos fracassaram. Diga-se de forma clara e direta: a fraqueza de aglutinações sociais e políticas permite aos planos serem meros reprodutores da ordem instituída*" (Rolnik et al., 1991).

Incidentalmente, a concepção ainda dominante na Cartografia Geotécnica pode ser exemplarmente vista em Prandini et al. (1974): "*Tal planejamento permite que a administração pública satisfaça o interesse da livre empresa, apresentando opções e orientando os empreendimentos no sentido do bem comum, a curto, médio e longo prazo*" [grifo meu]. Ou ainda: "*No Brasil, torna-se imperioso, paralelamente ao esforço desenvolvimentista, o conhecimento do meio físico de superfície e subsuperfície, cujas potencialidades deverão direcionar os empreendimentos do uso do território rumo a um sucesso sólido e duradouro*".

Em suma, a tese central de "aplicação" da Cartografia Geotécnica tem sido eminentemente fornecer subsídios à ação do estado (o locus por excelência do planejamento, da regulamentação do "uso e ocupação do solo"). O que está por trás disso é na verdade uma concepção de tipo hegeliana de estado, tido como expressão do "bem comum", do "interesse geral", do que é "público", fruto da necessidade de emancipação da esfera política da vida privada (Constituição, Parlamento, "cidadania") e fundamentado então nessa autonomia; e que tem a função de ditar as normas de conduta no campo da sociedade civil (3), como mediação necessária no interesse de todos.

Ora, tais concepções já foram suficientemente desmistificadas, por Marx (como destaca Chasin, 1995), Engels e Lênin: a desmistificação do estado enquanto domínio da razão, palco de realização da comunidade humana, universal; a inseparabilidade do estado e da propriedade privada, sendo o primeiro o meio de institucionalização da última; o questionamento da idéia de representação política (o que nada mais é que o reconhecimento da separação do estado da sociedade) [ver F. Engels, "A Origem da Família, da Propriedade Privada e do Estado"; K. Marx, "Crítica à Filosofia do Estado de Hegel"; V.I. Lênin, "O Estado e a Revolução"].

Vejamos ainda as conseqüências desse planejamento: "*Não há como negar um conteúdo marcadamente ideológico nesta definição de formas permitidas e proibidas de apropriação do espaço: o padrão de cidade (...) produzido então sob o pretexto de responder a necessidades humanas*

abstratas, teve como modelo a segregação e diferenciação hierárquica dos espaços /.../ Inseparável do nascimento de um modelo de cidade "legal" está a emergência do tema da cidade clandestina, ou seja, dos setores do território urbano que não se enquadram nos princípios estabelecidos pela legislação" (Rolnik et al., 1991). Assim, não é de se admirar a constatação de que: "Muitas vezes a intervenção do Estado não representa a melhor defesa do interesse coletivo; pelo contrário, por detrás de uma aparência de garantia, proteção e defesa do interesse público [se] escondem mecanismos de interação com o mercado, que acabam provocando efeitos contrários ao pretendido" (Rolnik, 1992).

Dessa forma, e em síntese, se do ponto de vista técnico *"no âmbito dos assentamentos urbanos a previsibilidade temporal e circunstancial, advinda do conhecimento de muitos mecanismos de causa e efeito, fornece a principal base para o enfrentamento preventivo e corretivo dos problemas ambientais"* (PMSP 1992a) [e isso é correto enquanto posição teleológica primária], isto não é suficiente por si só. Nas palavras de Ab'Saber (1984): *"A consciência técnica sozinha não pode fazer intervenções integradas e globais"* (grifo meu).

Na forma em que a sociedade se organiza hoje, portanto, não há possibilidade de aplicação, que não seja parcial, dos produtos da Carta Geotécnica. Isso não implica em abandono do tema, mas deve implicar, sim, em uma mudança de postura que leve à realização do trabalho levando-se em conta também essas limitações, e tendo em vista sua superação, sob pena de serem realizados ótimos trabalhos técnicos porém totalmente descolados da realidade objetiva.

9.3. Problemas da Cartografia Geotécnica: escala, historicidade, possibilidades

No entanto os problemas da Cartografia Geotécnica não se restringem à possibilidade de aplicação efetiva, mas também e em importância comparável ao seus próprios procedimentos e produtos. Partindo-se do pressuposto da aplicabilidade ao planejamento urbano - como vimos de longe a concepção mais dominante -, o método de Cartografia Geotécnica preferido parece ser o das "unidades homogêneas". Em suas diferentes concepções, constituem-se sempre em abstrações relativas a parcelas do espaço às quais procuram ser associadas "respostas parecidas" em função de determinadas solicitações, ou definidas "características típicas" quanto aos materiais e seu comportamento (como os "perfis típicos de alteração" de Souza & Zuquette, 1991).

Exemplarmente: *"determinação de unidades territoriais homogêneas quanto à maior probabilidade (expectativa) de ocorrência de recursos/problemas (riscos), incorporando, "sine qua non", orientações específicas de uso e práticas recomendáveis para minimização (eliminação) dos impactos indesejáveis. Produto: compartimentação frente ao desempenho de uso(s) do solo, diretrizes técnicas preventivas e corretivas para o uso urbano-industrial do solo"* (Prandini et al., 1993). Daí decorrendo, e por consequência metodológica, a "apropriação à ocupação", a "restrição" e a "aptidão ao uso", as "recomendações", as "fragilidades e potencialidades", termos esses tão frequentes na terminologia da disciplina, mas que via de regra são reproduzidos sem reflexão mais aprofundada.

Isto nos traz já à análise dois problemas principais:

A questão das escalas.

"A análise da homogeneidade do espaço só se torna elucidativa quando recorre à noção de escala, de taxonomia dos fenômenos" (Dolfus, 1991). Em se tratando de uma definição de unidades em função de respostas a solicitações (e portanto a problemas geológico-geotécnicos esperados, em outras palavras), a escala de trabalho deve ser condizente à análise dos problemas (fenômenos) os quais devem ter gerado a preocupação de se executar o mapeamento.

Ross (1992) discute a classificação taxonômica das formas do relevo, voltada para a Cartografia Geomorfológica, mas que pode ser sem grandes dificuldades aplicada à Cartografia Geotécnica em seus princípios gerais. Conforme tal autor, a cada taxon correspondem unidades geneticamente diferenciadas e estabelecidas em diferentes escalas, cada vez mais detalhadas: 1) grandes unidades morfoestruturais; 2) unidades morfoesculturais; 3) unidades morfológicas ou de padrões de formas semelhantes; 4) tipos de formas de relevo; 5) tipos de vertentes; 6) formas resultantes de processos atuais. Ressalta o autor citado que *"a questão da representação gráfica das formas de relevo não pode ser tratada de modo a negligenciar a classificação ou taxonomia (...) pelo fato de que os diferentes tamanhos de formas estão diretamente associados à cronologia e à gênese"* (Ross, 1992). Dessa forma, *"é incompatível por exemplo, a representação espacializada dos setores de vertentes para escalas médias e pequenas (...)"* (Ross, 1992).

Nesse sentido, Cailleux & Tricart (1956) já haviam considerado que *"os diferentes mecanismos morfogenéticos não têm a mesma importância relativa segundo a escala considerada (...)". Assim, a oposição dialética entre forças internas e forças externas se reveste de aspectos diferentes*

segundo a escala considerada" (tradução minha). Já Tricart (1965) escreve que "a dimensão dos objetos da geomorfologia (fatos e fenômenos) intervém não somente em sua classificação, mas na escolha dos métodos de estudo e na natureza própria dos laços de causalidade, tanto com os outros objetos da própria geomorfologia, quanto com aqueles das disciplinas correlatas" (tradução minha).

Desnecessário é ressaltar que não é a essência própria dos fenômenos que se altera com a escala de observação (como salienta Abreu, 1982), mas sim a consideração de seu modo de atuação e suas consequências.

Em outras palavras, existe uma relação indissociável entre os gêneros de fenômenos e feições resultantes passíveis de cartografiação e a escala na qual podem ser representadas: os fenômenos que podem ser cartografados em escalas grandes são diferentes, geneticamente, daqueles representáveis em escalas pequenas. Esta conclusão, válida para as formas do relevo, pode do mesmo modo certamente ser estendida para no que se refere aos substratos que sustentam tais formas.

Nesse sentido, podemos dizer que um mapa de semi-detelhe (1:25.000, por exemplo) não se adequa à análise de fenômenos localizados e especificamente condicionados como escorregamentos (e notadamente os escorregamentos induzidos), para as finalidades que aqui nos interessam: por excesso de generalização e porque os maciços e as feições representadas não se relacionam diretamente à geração de situações de risco, estas de natureza essencialmente induzida e freqüentemente relacionadas a depósitos não cartografáveis à escala considerada. Provavelmente nem uma escala de 1:10.000 será apropriada para isso. Isto pelo simples fato de não se poder tomar decisões em situações específicas decorrentes de tais fenômenos somente com base na "Carta".

Em outras palavras, a generalização necessária à representação cartográfica em escalas pequenas compromete sua especificidade enquanto instrumento de aplicação, tendo em vista a impossibilidade de detalhamento necessário à análise intrínseca dos fenômenos.

De fato, em sentido amplo podemos considerar que *"a análise de qualquer espaço geográfico, de qualquer elemento que intervenha em sua composição, assim como a de qualquer combinação de processos que atuem no interior desse espaço ou sobre ele, só se torna inteligível quando realizada no interior de um sistema de escalas de grandeza"* (Dolfus, 1991).

Um exemplo significativo dessa possibilidade de comprometimento pode ser visto em recentes trabalhos, em escala de 1:50.000, os quais propõem o "mapeamento de fatores de segurança de vertentes", mas nos quais se corre o risco de simplificar tanto a natureza, e se subestimar tanto os diversificados fatores intervenientes na determinação do controverso "fator de segurança", que dificilmente poderíamos chegar a conclusões menos genéricas que as de Fiori (1994), quais sejam de que *"áreas críticas devem ser preservadas da atividade humana indisciplinada"*. O problema é que esse tipo de mapa pode mesmo induzir à adoção de parâmetros mapeados (F.S.) a análises específicas (situações localizadas) ou mesmo projetos (o que certamente não deve ser o objetivo do trabalho citado), nos quais a realidade objetiva certamente exige muito maior atenção em sua apreensão. Uma crítica de natureza em essência semelhante pode ser feita à proposta de "abordagem regional" na análise de instabilidades de taludes em saprolitos, na forma proposta por Riedel *et al.* (1995), discutida de forma aprofundada no Apêndice número 2.

Pode ser citada uma proposição em sentido semelhante ao daquelas de que nos ocupamos, apresentada por Perrusset (1981), para a região francesa de Nice; no entanto, nesse estudo, o autor constata previamente uma estreita ligação genética entre a ocorrência de escorregamentos e a existência de paleovales preenchidos por uma cobertura detrítica, ali denominada "manto ativo saturado", sendo que ao comportamento visco-plástico desse material em particular foi aplicado um modelo reológico específico.

Outro exemplo importante para o tema de que ora nos ocupamos pode ser analisado no que diz respeito à cartografia geotécnica em 1:500.000 do Estado de São Paulo: conforme Souza *et. al.* (1992), esta Carta *"possibilitará predeterminar o desempenho da interação entre o uso do solo e o meio físico (...)"*, e ainda *"(...) apontar as áreas onde as cartas geotécnicas em escalas maiores são fundamentais na geração de subsídios do meio físico mais detalhados para o planejamento e gestão territorial urbana"*. Essas observações, publicadas durante a produção de tal Carta, são complementadas por Nakazawa *et al.* (1994a): *"A Carta Geotécnica do Estado de São Paulo contém informações sobre o meio físico do território paulista, na escala 1:500.000, de interesse para as ações de planejamento e gestão territorial e ambiental, sejam de caráter regional ou urbano, voltadas à demanda de elaboração de planos diretores municipais, a estudos ambientais diversos e à concepção de projetos e obras de infraestrutura"* (grifos meus).

Como tais autores pretendem que uma carta em 1:500.000 tenha aplicação ao "planejamento urbano" (mesmo em termos ideais) e "elaboração de planos diretores municipais" e, ainda mais, "à concepção de projetos e obras de

infra-estrutura", não fica de maneira alguma esclarecido. E simplesmente porque: 1) a Carta engloba necessariamente todos os erros inerentes à generalização cartográfica geológica (definição de unidades estratigráficas) e geomorfológica (sistemas de relevo), bases necessárias à sua realização; 2) ocorre uma brutal discrepância entre a escala da carta e as escalas de trabalho das ações a que se propõe "subsidiar" (no caso das intervenções urbanas especificamente).

Ora, essa limitação é esboçada pelos próprios autores da Carta: "Investigações detalhadas, necessárias para a concepção e implantação de projetos específicos de ocupação do solo, devem encontrar nesta Carta instrumentos para aumentar sua eficácia e objetividade, orientando o que e como investigar, auxiliando na interpretação dos resultados destas investigações" (Nakazawa *et al.*, 1994b).

Em termos mais concretos, atenhamo-nos mais especificamente à situação do Município de São Paulo: na escala de 1:500.000 suas extensões máximas longitudinais e latitudinais são representadas por grandezas da ordem de 10 cm e 13 cm respectivamente apenas. Neste espaço são definidas unidades representando:

a) *"Baixas suscetibilidades aos diversos processos do meio físico analisados"*, correspondendo basicamente aos terrenos sedimentares da Bacia de São Paulo, relação essa por si só não isenta de controvérsias. Seria a Bacia tão mais favorável à ocupação em termos das características geológico-geotécnicas de seus terrenos, serem seus solos tão mais resistentes à erosão (e a observação tem mostrado que não necessariamente), ou a menor ocorrência de problemas não decorreria de que seu relevo menos acidentado, e em conjugação com um padrão histórico de urbanização relativamente menos intenso, tivessem propiciado uma apropriação menos agressiva do meio? Convém ressaltar que à explosão da expansão periférica horizontal (intensa e precária) corresponde espacialmente a passagem à ocupação dos rebordos cristalinos mais acidentados, sendo a conjugação da forma de ocupação (esta sim claramente inapropriada ao meio enquanto "técnica", e não o inverso) com as características do substrato, como elementos indissociáveis, e não somente as características do substrato em si, os determinantes dos processos e problemas deflagrados.

Seja como for, não se trata de um problema com resolutividade à escala de 1:500.000.

b) *"Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios"*, conclusões evidentes ao se tratarem das

principais planícies aluviais quaternárias, e que no entanto não consideram em todas as suas implicações o processo de modificação de suas características pelo construtivismo (o entendimento da mudança da "várzea" enquanto categoria "natural" para "humanizada").

c) *"Alta suscetibilidade a erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra"*, secundada por *"média suscetibilidade a escorregamentos induzidos"*, e ainda; d) *"Alta suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos"*. As primeiras associam-se aos rebordos cristalinos da bacia sedimentar, e as últimas às áreas mais declivosas do Norte e És-sudeste do Município (respectivamente, como sabemos, a terrenos graníticos e xisto-filíticos).

Nas palavras dos próprios autores da Carta, *"destaca-se que, considerando a escala do mapa, as recomendações estabelecidas para cada unidade geotécnica são de caráter amplo. Detalhamentos em trabalhos posteriores, levando em conta necessidades específicas, podem ser melhor objetivados a partir da (...) Carta"*. Ou seja, informações que a simples consulta aos mapas geológicos e geomorfológicos regionais revelariam diretamente. E tendo em vista que, para qualquer detalhamento necessário à aplicação específica será necessário o concurso de um especialista, perde sentido a justificativa da informação simplificada destinada a "não-especialistas". Em suma, uma simples questão do que se denomina "discurso competente".

Tendo em vista o que foi analisado anteriormente, podem ser melhor compreendidas críticas como a efetuada por Nogami & Alvarez (1992), quando tratam do tema da adequação dos solos para a pavimentação: *"Os mapas geotécnicos ou de Geologia de Engenharia elaborados para a região (RMSP) são essencialmente qualitativos, não permitindo uma hierarquização apropriada dos diversos solos existentes na região, possibilitando no máximo a adoção de procedimentos muito genéricos"*.

Por outro lado, quanto à proposição de escolha de áreas para investigação mais detalhada a partir de levantamentos mais gerais, como na pesquisa mineral, já tivemos oportunidade de criticá-la, enquanto ineficiente por desconsiderar os demais fatores de natureza sócio-econômica intervenientes na apropriação do espaço (Peloggia, 1993).

A questão da historicidade

Do ponto de vista teórico, pode ser sustentado, como o faz Dolfus (1991), que, de forma ampla, *"os recursos naturais de um espaço determinado só adquirem valor em função de uma sociedade, de uma*

época e de técnicas de produção determinadas; /.../ Um recurso só é utilizável com relação a um certo nível de desenvolvimento técnico e à situação geográfica de um espaço. /.../ De acordo com as épocas e com as técnicas, um mesmo recurso oferece possibilidades diferentes de utilização". Em se considerando o próprio espaço um recurso de primeira importância nas áreas urbanas, dessa forma "o significado dos diversos obstáculos naturais que representam óbices à organização do espaço mostra-se igualmente variável segundo as épocas e as técnicas. Um espaço pode ser mais ou menos permeável, mais ou menos transponível" ou, acrescentaríamos, mais ou menos ocupável, de acordo com a situação histórica.

A desconsideração das determinações históricas implica, via de regra, no desenvolvimento de concepções extremamente ingênuas da relação homem-natureza e, ainda mais, da própria reprodução conceitual da natureza em si, representada então como ente abstrato, idealizado, separado e estranho ao homem. Esse estranhamento é ideológico, refere-se ao conceito produzido, sem base na realidade.

Como lembram Peloggia & Silva (1994), *"obviamente um mesmo relevo sustentado por um mesmo maciço responderá diferentemente a uma ocupação realizada sob as normas da "boa técnica" (à qual poucos têm acesso e apesar de seus freqüentes equívocos) ou em caráter precário (à qual cada vez maiores contingentes de população se vêem forçados). Por outro lado, mesmo em um domínio dito "homogêneo", caracterizado digamos por certo tipo rochoso predominante e certos intervalos de declividade, em função da relação entre a orientação das encostas e das estruturas e das espessuras das formações superficiais [isto sem falar nos depósitos tecnogênicos], são propiciadas condições de estabilidade diferentes para um mesmo tipo de ocupação e para as mesmas solicitações (o que pode ocorrer, por exemplo, em vertentes opostas de um mesmo vale, espacialmente muito próximas)".* Assim, em uma unidade "homogênea" do ponto de vista "geotécnico", as intervenções (de apropriação do relevo) podem ser (e via de regra o são) diferenciadas (em função da possibilidade de investimento e do grau de desenvolvimento da técnica), gerando portanto solicitações variáveis quantitativa e qualitativamente, e respostas possíveis dentro de uma determinada faixa de variação ou mais ou menos ampla, e que deve ser determinada, portanto, para sustentar a possível validade do método (entendido enquanto procedimento específico).

Entretanto, podem ser observadas atualmente entre alguns dos principais autores mudanças de posição importantes: enquanto Prandini et al., em 1974, falavam que *"a ocupação indiscriminada de encostas, alagadiços e outros terrenos problemáticos é fonte de catástrofes e problemas*

insolúveis de urbanização (...)", já em 1991, Nakazawa et al. tratam que "a aceleração da expansão urbana tem revelado problemas de considerável gravidade". Uma diferença sutil, mas significativa.

Vejamos ainda: *"Tão irresponsáveis quanto as práticas urbanas ainda em uso, que socializam compulsoriamente os danos e prejuízos, que criam e ampliam situações de risco e operações deseconômicas, são, igualmente, as posturas idealistas [aqui aparentemente no sentido de "utópicas"] de talhe "preservacionista", que propõem alterar o meio "natural" "o mínimo possível". O meio original [se é que este existe ainda em alguma parte] tem é que ser modificado "da melhor maneira possível. /.../ Para tanto, não basta o conhecimento dos fenômenos e características da natureza da área e dos terrenos envolvidos, sua hidrologia e comportamento mecânico. É fundamental ter conhecimento detalhado também das solicitações impostas ao meio pela cidade, sua interação, suas dinâmicas e, mesmo, seus novos materiais, maciços e dinâmicas resultantes" (Prandini & Nakazawa, 1994) (grifo meu). Por fim, nas palavras de Nakazawa et al. (1994b): "(As) formas restritivas de análise quase sempre desconsideram o emprego de técnicas de enfrentamento existentes e, principalmente, sua evolução, além de ignorar variáveis sócio-econômicas determinantes como, por exemplo, a preexistência de infraestrutura regional e local. Estas variáveis podem tornar terrenos, tidos como originalmente impróprios, viáveis para ocupação com o emprego de recursos tecnológicos disponíveis".*

Tais preocupações não são, porém, originais. Já vemos em Engels (1991) que o homem é um ser que *"reage sobre a natureza, transformando-a e criando para si novas condições de existência"*; mais ainda, *"o homem a submete, pondo-a a serviço de seus fins determinados, imprimindo-lhe as modificações que julga necessárias, isto é, domina a natureza"*. E isso é determinado pelo trabalho. No entanto, conforme o autor citado, *"a cada uma dessas vitórias, ela exerce sua vingança (...)"* produzindo consequências não previstas que podem de muito superar as previstas. Assim, *"todo o nosso domínio sobre ela consiste na vantagem que temos sobre os demais seres de poder chegar a conhecer suas leis e aplicá-las corretamente"*.

Um excelente exemplo neste tema é dado pelas várzeas do Tietê e do Pinheiros (e outros afluentes principais) no sítio urbano de São Paulo, das quais já tratamos extensamente. Na verdade, não estamos tratando mais das planícies meândricas naturais, originais, mas sim de compartimentos de relevo modificados pela ocupação humana (decorrente da expansão urbana) ao longo de décadas. Como se sabe, *"até meados do século a urbanização evitou os terrenos mais problemáticos à ocupação. A partir dos anos 50 e, mais*

intensamente, nos últimos 20 anos, ocorre "a intensificação das intervenções na rede de drenagem, com obras de retificação e canalização dos rios, bem como o aterro das várzeas e incorporação destas à malha urbana" (PMSP, 1992a). Este processo parece remontar, na verdade, a tempos mais antigos, havendo intervenções de retificação do canal e aterramento na planície do Tamanduateí desde meados do século XIX. Conforme Caio Prado Jr. (1989): *"As grandes várzeas formadas pelos três principais [rios] oferecem, de um lado, terrenos planos inexistentes noutra parte da região onde está localizada a cidade, e foram por isso aproveitadas (...) para a instalação de linhas de estrada de ferro, o que determinou o desenvolvimento aí dos setores industriais da cidade"*. Uso este que se diversificou, particularmente com a implantação das vias marginais aos canais retificados.

Como decorrência, não há praticamente na área urbana mais vestígios da planície quaternária original, a qual foi capeada por depósitos tecnogênicos (aterros de "bota-fora" e lixo), e desta forma alteada de alguns metros de sua altura original. Assim, as recomendações de caráter geral quanto à ocupação de planícies aluviais, constantes por exemplo da "Carta Geotécnica do Município de São Paulo", em escala 1:25.000 (PMSP-SEMPA/IPT, 1985), embora adequadas às várzeas naturais não modificadas profundamente, perdem grande parte do sentido em uma área já transformada e urbanizada, em que na prática não há mais o que "preservar". Paradoxalmente, os próprios autores da Carta citada, a qual só associa aos terrenos de várzeas as características dos depósitos aluvionares quaternários, constatarem tal fato ao verificarem que *"os fundos de vale nas áreas urbanizadas encontram-se invariavelmente entulhados ou assoreados por materiais de diversas naturezas"* (Ávila et al., 1987),

9.4. Método ou Métodos?

Conforme Dearman (1984), *"de acordo com o Guia UNESCO/IAEG para sua preparação, Cartas Geotécnicas ("Engineering Geological Maps") podem ser classificadas de acordo com o propósito (finalidade), conteúdo e escala. O conteúdo é predeterminado pela finalidade, e o que pode ser mostrado é limitado pela escala"* (tradução minha). Discutimos extensivamente tais aspectos ao abordarmos exemplos específicos da Cartografia Geotécnica em nosso meio.

Mas o que aqui nos preocupa ressaltar diz respeito mais especificamente à metodologia referente à Cartografia Geotécnica: esta, como vimos podendo observar, está baseada via de regra em modelos de apreensão da realidade previamente formulados (denotando portanto seu caráter

epistemológico). Explico-me: o método decorre do sujeito, não do objeto. Ou, tal como nas palavras críticas de Chasin (1995), o método é entendido como *"uma arrumação operativa, a priori, da subjetividade, consubstanciada por um conjunto normativo de procedimentos, ditos científicos, com os quais o investigador deve levar a cabo seu trabalho"*.

Faz-se necessário portanto neste momento colocar uma discussão conceitual, a qual propõe encarar o método sim como o caminho da descoberta do objeto de estudo, o procedimento a partir do qual o objeto pode ser capturado (isto é, propiciando sua reprodução conceitual), e no qual o critério de verdade (validade) decorra da realidade, e não da lógica interna do próprio método. (Há que se considerar aqui o mundo real enquanto algo capturável em seu entendimento, tendo como ponto de partida a própria prática humana concreta). O que se busca portanto é, como alerta Chasin (1995), fazer da atividade do pensamento a reprodução teórica da lógica intrínseca ao objeto investigado.

Isto deve implicar, portanto, aproveitando as considerações de Chasin (1995), no desmanche das hipóteses de investigação centradas em apriorismos, porquanto equações sempre subjetivas, independentemente de qual seja o paradigma em que estejam apoiadas, tendo em vista que *"construtos desse tipo nunca podem ser nada além de moldagens ou figuras, mais ou menos organizadas de elementos da própria subjetividade, e enquanto tais já nascem em crise, pois em originária tensão dicotômica com os objetos"*. Ou seja, *"(...) a decifração das efetividades enquanto elas mesmas e a partir delas próprias, respeitadas em suas precisas formas de constituição e existência, de modo que sejam vertidas ou decantadas à forma teórica em suas específicas densidades lógicas, e não simplesmente dissolvidas por generalizações ou mumificadas sob incriteriosa desagregação factual"*. Encarar assim a *"(...)teoria, pois, como descoberta, não como jogo especulativo, reducionismo abstrativante ou versão arbitrária, imputativa de significado"*.

Em outras palavras, deve ser ressaltado que, na elaboração de qualquer Carta Geotécnica que pretenda representar concretamente a realidade, a apreensão desta não pode deixar de passar (em termos gerais, e utilizando-se categorias lukácsianas) pela observação das singularidades (situações características, de traços irrepetíveis nessa mesma forma), sua mediação pela compreensão da particularidade (modo pelo qual as leis universais se especificam) de cada tipo de fenômeno e situação, até ser possível chegar-se à representação cartográfica enquanto universalidade, ou seja, "síntese de múltiplas determinações" (Marx).

Conforme destaca Lukács (1978), *"aqui é preciso sublinhar (...) precisamente o caráter aproximativo da ciência. De fato, o processo de tal aproximação é essencialmente ligado à dialética de particular e universal: o processo do conhecimento transforma ininterruptamente leis que até aquele momento valiam como as mais altas universalidades em particulares modos de apresentação de uma universalidade superior, cuja concretização conduz muito freqüentemente, ao mesmo tempo, à descoberta de novas formas da particularidade como mais próximas determinações, limitações e especificações da nova universalidade tornada mais concreta. Esta última, portanto, no materialismo dialético, não pode jamais fixar-se como sendo o coroamento definitivo do conhecimento (...)".* Para Lukács, a concreticidade do conceito universal (dada justamente pela contínua tensão entre universalidade e singularidade, em uma contínua conversão em particularidade e vice-versa) é concebida pela dialética materialista como o veículo mais importante para conhecer e dominar a realidade objetiva.

Assim, *"quanto mais autêntica e profundamente os nexos da realidade, suas leis e contradições, vierem concebidas de um modo aproximativamente adequado, sob a forma de universalidade, tanto mais concreta, dúctil e exatamente poderá ser compreendido também o singular"* (Lukács, 1978). Em outras palavras, sem o entendimento das relações dialéticas entre singular, particular e universal é impossível um correto conhecimento do singular.

A Cartografia Geotécnica tem falhado, freqüentemente, ao não reconhecer suficientemente todos os modos de ser da natureza geológica (ou "meio físico", como freqüentemente se diz) em seus aspectos singulares, não propiciando portanto a apreensão de todas as suas particularidades (por exemplo, a categoria "humanizada" das várzeas e encostas urbanas). Bem como ao abstrair conclusões gerais (universalidades) conseqüentemente deficientes, e tentar aplicá-las, em caminho inverso, a quaisquer situações particulares.

Conforme Chasin (1995) *"o objeto pode ser compelido à existência multiforme, contanto que a prévia ideação do escopo, a teleologia - configuração da subjetividade que almeja ser coisa no mundo - seja capaz de pôr a seu serviço, sem transgressão, a lógica específica do objeto específico, ou seja, a legalidade da malha causal de sua constitutividade material primária".* Ou, em outras palavras, isso significa que mesmo enfocando-se um objeto sob ângulos diferenciados, a efetivação do telos só é possível pelo conhecimento dos nexos causais relevantes.

Portanto, a consideração das realidades objetivas as quais serão objeto da "aplicação" científica, que seja a princípio através de abstrações razoáveis, impõe o desvendamento da lógica específica do objeto. Dessa forma há tantos métodos quanto objetos, ou seja tantos procedimentos de Cartografia Geotécnica quanto respostas a problemas humanos específicos sejam passíveis de serem dadas através dessa técnica.

Notas:

(1) "as formas ideológicas são instrumentos pelos quais são conscientizados e enfrentados os problemas que preenchem a cotidianidade" (Lukács, citado por Vaisman, 1989).

(2) "A Geologia Ambiental (...) pode ser conceituada como a parte da Geologia que congrega os elementos básicos necessários para o bom uso da terra. /.../ Propõe-se Geologia de Planejamento, termo mais intimamente ligado ao aproveitamento racional da superfície terrestre (...) a quem cabe indicar, do ponto de vista geológico-geotécnico, as áreas onde a ocupação humana se desenvolve de modo mais seguro e econômico. /.../ Além de contribuir na execução do planejamento de uso territorial e urbano, cabe a este ramo da Geologia participar de programas de prevenção, recuperação e controle de degradação ambiental (...). Para tal, dispõe-se dos recursos da Geotecnia para escolha dos meios e áreas propícias" (Prandini et al., 1974). Conforme Infanti (1976): "Cabe à Geologia de Planejamento: a) definir as limitações do ambiente físico; b) planejar tecnicamente a utilização mais racional, segura e econômica do ambiente físico; c) participar do acompanhamento da implantação de planejamentos do uso do solo, da elaboração de normas e da fiscalização do uso; d) participar da concepção de métodos de recuperação e controle de processos de degradação ambiental já em desenvolvimento".

(3) Por sociedade civil entende-se o mundo da esfera privada, do trabalho e da produção, dos interesses particulares.

CAPÍTULO 10

A atual Cartografia Geotécnica do Município de São Paulo e suas possíveis aplicações

O Município de São Paulo tem sido objeto de cartografia geotécnica, em diversas escalas, a partir de meados dos anos 80, seja englobando-o enquanto território integrante da RMSP, seja abrangendo-o especificamente, no todo ou em partes. Faz-se necessária portanto uma digressão introdutória para comentarmos os produtos de tais trabalhos, antes de passarmos à análise global.

10.1. A Carta Geotécnica da Grande São Paulo em 1:50.000 (1985)

Conforme Prandini *et al.* (1995), tal Carta, desenvolvida pelo IPT e Emplasa, iniciou-se a partir do exame e concepção de alternativas para projetos de parcelamento do solo, Segundo descrevem Prandini *et al.* (1992), *"a Carta Geotécnica da Grande São Paulo apresenta os terrenos metropolitanos agrupados em oito unidades homogêneas quanto aos problemas existentes e potenciais. Os mais frequentes são a erosão intensa dos materiais expostos por terraplanagem, as enchentes das glebas mais baixas e os escorregamentos induzidos em aterros e cortes"*. Conforme os autores citados, essas oito "unidades homogêneas" se subordinam a "sistemas de relevo" (1), os quais seriam definidos por *"conjuntos de formas basicamente comparáveis quanto às suas amplitudes e declividades. O universo de sistemas de relevo característicos do território metropolitano inclui categorias bem marcadas, que vão desde as várzeas, até escarpas serranas, passando por colinas, morrotes, morros e outros relevos montanhosos. Secundariamente, as Unidades Homogêneas traduzem também a natureza dos materiais, basicamente diversas rochas cristalinas, sedimentos da Formação São Paulo [sensu lato] e seus solos derivados, além de depósitos inconsolidados (e muitas vezes saturados e inundados) das várzeas"*.

Esses mesmos autores supracitados, no entanto, ressaltam a deficiência de sua utilização: *"A própria Carta Geotécnica da Grande São Paulo, se bem que acessível na biblioteca desses órgãos (IPT e Emplasa), nunca chegou a ser publicada em sua totalidade como trabalho técnico de divulgação ou, mesmo, formalmente, como parte integrante de ato de orientação e/ou normatização"* (Prandini *et al.* 1992).

10.2. A "Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano" em 1:50.000

Tal carta, surgida em 1990, representa a revisão e atualização da "Carta Geotécnica da Grande São Paulo" do IPT (1984), e caracteriza-se essencialmente pela definição de unidades homogêneas definidas a partir de "padrões de relevo" (baseados na declividade, amplitude e linhas de drenagem) e do substrato geológico (a partir do mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo, de J.M.V. Coutinho, publicado pela Emplasa), e *"agrupando-se os tipos de rochas que apresentassem características semelhantes"* (GESP, 1990). Isto se baseia no pressuposto de que *"o padrão de relevo é um indicador das potencialidades e limitações para a expansão urbana; já o tipo de rocha possibilita a previsão das características dos solos encontrados nas unidades"* (GESP, 1990).

As trinta e quatro "unidades homogêneas" assim consideradas, constituiriam *"áreas que apresentam comportamentos semelhantes, em termos de dinâmica do meio físico, frente às diversas solicitações impostas pelas práticas correntes de urbanização"*. Ressalte-se que são objetivos explícitos da "Carta" apresentar *"orientações para a expansão urbana e critérios para a elaboração de projetos de parcelamento do solo"* (GESP, 1990), mas através principalmente da legislação de uso do solo, a qual pretende subsidiar, *"na medida em que aponta os tipos de problemas geotécnicos característicos das diversas unidades mapeadas e assinala critérios para uma ocupação mais racional"* (GESP, 1990), além de fornecer *"subsídios para a preparação de planos diretores"*.

É reconhecido, no entanto, que *"a escala 1:50.000 apresenta recomendações de caráter mais geral, ou seja, contém dados a nível regional, sendo, portanto, um instrumento de orientação ao crescimento urbano. Pela própria escala, não é possível uma visualização a nível de quadra ou lote, o que não permite estabelecer exigências específicas para porções de um mesmo loteamento"* (GESP, 1990).

10.3. A Carta Geotécnica do Município de São Paulo em 1:25.000

Nas palavras de Prandini et al. (1992), *"A Carta Geotécnica do Município de São Paulo traduz o território paulista(no) em 3 unidades homogêneas, que refletem, em primeiro plano, a energia de relevo de elementos geomorfológicos e, secundariamente, as características dos solos e rochas. Tal opção procurou representar a máxima síntese possível das informações, destacando o necessário e suficiente para embasar*

diretrizes distintas de uso do solo, voltadas a reduzir substancialmente os problemas originados do uso descriterioso do solo na Capital" .

Conforme descrevem Ávila et al. (1987), trata-se de definir "*áreas cuja resposta ao uso e ocupação possam ser tratadas de forma uniforme*", com a finalidade de "*orientar os processos mais econômicos de desenvolvimento de ocupação urbana da cidade*". Para tanto, foram definidos: 3 tipos de áreas conforme o "estágio de urbanização"; 3 tipos de "setores de relevo" (várzeas e fundos de vale; setores côncavos de encosta ou com declividades altas; setores convexos do relevo, topos de morros e encostas suavizadas); e 9 tipos de maciços "terrosos e rochosos" (sedimentos aluvionares e solos hidromórficos; sedimentos da Formação São Paulo; granitos; gnaisses graníticos; xistos micáceos; xistos quartzosos; "maciços mistos"; filitos; anfibolitos).

Informam Prandini et al. (1992) que "*além das (...) inclusões nos Planos Diretores Municipais - PDMs - de 1985 e 1991, a Carta Geotécnica do Município vem subsidiando diretamente intervenções preventivas nas "áreas de risco" ocupadas por favelas e, também, no aperfeiçoamento de diplomas legais como o Código de uso do Solo e o Código de Obras. Esta Carta, hoje, serve de base para os trabalhos de geração de uma carta geotécnica detalhada do Município, na escala 1:10.000, que vem sendo produzida por técnicos da Prefeitura do Município de São Paulo*" (Prandini et al., 1992). Esta descrição, corroborada em versão oficial pela PMSP (1992), apresenta no entanto sérios problemas.

Vejamos os fatos. O atual Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo (Lei nº 11.228 de 25 de junho de 1992, juntamente com o Decreto regulamentador nº 32.329 de 24 de setembro de 1992) não trata de quaisquer assuntos especificamente geotécnicos. Em seu capítulo 10, seção 14, que trata dos "movimentos de terra", limita-se a considerações genéricas e extremamente curtas. O Decreto Regulamentador, por sua vez, limita-se a definir que: "*O movimento de terra em terreno limdeiro a cursos d'água ou linhas de drenagem, em área de várzea alagadiça, de solo mole ou sujeita a inundações, em área declarada de proteção ambiental ou sujeita à erosão, já delimitada pela PMSP, terá sua análise e licenciamento regulamentados pelo Executivo*". Regulamentação esta a qual desconhecemos até hoje.

Quanto aos Planos Diretores, consideraremos aquele de 1985, em vigor, e o Projeto de Lei do Plano Diretor de 1991.

Realmente, segundo uma análise efetuada para o Plano Diretor do Município de São Paulo de 1985, *"o sítio urbano de São Paulo possui algumas características que conferem especificidade à problemática de sua urbanização. Apresenta compartimentos bastante diversificados resultante de condições geomorfológicas, principalmente no que se refere ao relevo e à drenagem: planícies fluviais, um sistema de colinas e de vales de médias declividades e áreas periféricas de altas declividades, a Serra da Cantareira ao Norte, a Serra do Mar ao Sul e formações mais descontínuas a Leste e Oeste"* (PMSP, 1985).

No entanto, os dados da "Carta" são citados unicamente na elaboração de um mapa de "erosão dos solos", em escala pequena, o qual identifica sete "compartimentos" classificados em "não-vulneráveis" (essencialmente os terrenos da Bacia de São Paulo) e "vulneráveis", e aos quais se associam "diretrizes para ocupação urbana", colocadas em termos de "graus de complexidade".

Apesar da evidente imprecisão dos conceitos e excessiva generalização, tal diagnóstico pretendia conduzir, ao apreender tais especificidades, a uma interação racional entre a ocupação urbana e as características do ambiente: *"o Plano deverá dirigir a produção do espaço urbano de forma a ocupar adequadamente os diversos compartimentos geomorfológicos, otimizando o seu potencial de relevo, solo, drenagem e vegetação, em todas as escalas. Na macroescala, deverá criar um mosaico de áreas urbanizadas e grandes espaços abertos, preservando e protegendo os elementos paisagísticos relevantes do sítio urbano, desde a macrodrenagem e relevo até a vegetação remanescente. Na microescala, deverá garantir padrões de qualidade ambiental pela regulamentação do uso e ocupação do solo e das edificações, tendo em vista o estabelecimento de relações quantitativas e qualitativas das edificações com os espaços abertos que as envolvem"* (PMSP, 1985).

O Projeto de Lei do Plano Diretor do Município de São Paulo de 1991, publicado em fevereiro daquele ano, trata, em seus artigos 34 e 35 das então denominadas "áreas de interesse ambiental", e inclui entre elas os terrenos situados em várzeas, "meia encosta" ou ainda com "alta declividade e sujeitos à erosão". Tais áreas são apresentadas, incluindo-se também "perímetros com concentração de altas declividades", em um mapa de escala pequena, anexo ao Projeto de Lei, no qual aparecem como manchas grosseiramente delineadas, e incluem indiscriminadamente todas as "várzeas" dos rios principais e córregos mais significativos, independentemente de seu grau de ocupação e transformação. Para essas áreas, assim precariamente representadas, são estabelecidas taxas de ocupação, taxas de permeabilidade e índices de áreas

verdes, assim como "faixas *non aedificandi*" variáveis, e chegando a englobar toda a largura das várzeas na zona rural.

O Projeto de Lei estabelecia que: "*Nas áreas com alta declividade sujeitas à erosão e nos perímetros com grande incidência dessas áreas serão exigidos: a) alvará de execução para movimento de terra em qualquer terreno, condicionado a projeto e responsabilidade técnica de profissional contratado pelo empreendedor; b) projeto especial de parcelamento do solo visando minimizar movimentos de terra e controlar o processo de implantação do empreendimento*". No entanto, se a Carta Geotécnica foi utilizada como base para a definição das áreas acima consideradas, não é feita no Projeto nenhuma relação entre a definição dessas áreas e a Carta, nem tampouco qualquer referência à mesma.

Por fim, quanto à utilização de informações nas intervenções preventivas em áreas de risco ocupadas por favelas, a partir de 1989, citada também por Prandini *et al.* (1995), alguns pontos devem ser ressaltados: em primeiro lugar, é sabido que a seleção das favelas a serem analisadas foi efetuada a partir da memória de atendimentos da P.M.S.P. (PMSP, 1992a; Peloggia *et al.*, 1992) e, se a Carta foi levada em conta, não teve papel preponderante; em segundo lugar, a própria metodologia de análise de riscos desenvolvida pelo IPT (Cerri & Carvalho, 1990) não guarda nenhuma relação direta com quaisquer das informações da Carta; e, em terceiro lugar, em nenhum dos 240 relatórios de análise de risco produzidos observa-se qualquer utilização das informações da Carta na definição e hierarquização das "áreas de risco".

10.4. A Carta Geotécnica do Município de São Paulo em 1:10.000

O detalhamento da Carta Geotécnica do Município de São Paulo, na escala 1:10.000, colocava como objetivos iniciais (PMSP, 1992):

"a formulação de instrumentos normativos específicos para operações de urbanização, baseados em indicadores apropriados".

Trata-se de um objetivo incompatível com a escala, caso se visem realmente as especificidades, o que é demonstrado por exemplo pela possibilidade de adoção de escalas de trabalho muito mais detalhadas, por exemplo, nos projetos de urbanização de favelas, conforme descreveremos no próximo capítulo.

- "a consolidação de procedimentos orientativos para operações de licenciamento de obras, consubstanciados em características distintivas de interesse dos variados terrenos do território paulistano".

No entanto, não é possível generalizar de tal modo, dadas as peculiaridades locais assim como a variabilidade das obras, de forma a não se chegar meramente a recomendações óbvias, por um lado, além de correr-se o risco de restrições (ou permissões) descabidas, por outro. Recorrendo mais uma vez às palavras de Ab'Saber (1977): *"cada área e cada gleba tem os seus próprios problemas de preservação e manejo racional do espaço. Razão porque cada caso é um caso, do ponto de vista da (...) proteção dos tecidos ecológicos"*.

- "orientação geral para medidas corretivas/preventivas em áreas de risco, incluídas sua identificação prévia, critérios para hierarquização das ações e diretrizes de intervenção".

Novamente, objetivo incompatível com a escala adotada; no máximo, e esse poderia ser realmente um aspecto bastante útil, prestar-se-ia ao cadastramento da ocorrência de áreas com situações de risco.

- "subsídios para o entendimento e enfrentamento de problemas geológico-geotécnicos que se manifestam no espaço urbano através de ocorrências como enchentes, erosão, recalques etc...".

Uma colocação tão genérica que se aplica a qualquer escala.

- "identificação de áreas mais adequadas para a disposição de entulho e lixo em aterros sanitários".

Tratava-se, aqui, de um objetivo factível, desde que em caráter preliminar, não dispensando no entanto o estudo detalhado em cada local selecionado. Seja como for, a proposta não foi levada adiante.

- "orientação para o processo de expansão urbana, através da identificação de potencialidades e limitações dos terrenos" .

Conforme o relatório final do Grupo de Trabalho constituído, no âmbito da PMSP, para a execução da Carta (PMSP, 1994), *"a Carta Geotécnica é uma fonte de informações onde dados como solos, rochas, morfologia do relevo, drenagem e ocorrências especiais como escorregamentos, surgências d'água etc., são representados cartograficamente de forma que ao serem conjugados com a forma de ocupação, possibilitem a*

interpretação do meio físico e avaliação das potencialidades e limitações ao uso e ocupação do solo. Fornecendo indicadores mais precisos para determinar potencialidades do meio físico para uso e ocupação urbanos, a Carta deverá subsidiar ações normativas, corretivas e fiscalizatórias do poder público. /.../ Traduzindo informações para uma linguagem acessível, pretende uma divulgação que extrapole instâncias exclusivamente técnicas e a sua incorporação como instrumento de trabalho nas rotinas da atuação dos setores administrativos e executivos que lidam com a fiscalização, licenciamento e aprovação de projetos, assim como nos escritórios de planejamento e projeto dos setores público e privado além de toda a sociedade civil, participante da construção e gestão da cidade" .

Vejamos, portanto, de que modo a Carta foi realizada a fim de atingir tais objetivos. São adotados, conforme as descrições dos procedimentos metodológicos (Fernandes *et al.*, 1993; PMSP, 1994), dois critérios básicos: 1) intervalos de declividade (menores que 25%; entre 25 e 60%; maiores que 60%); 2) a individualização de "maciços" de solo e rocha (entendidos aqui especificamente como "litologias que resultam em perfis de alteração homogêneos"). A Carta Geotécnica resulta, assim, da sobreposição na mesma planta (o que se chama em Cartografia de solução exaustiva) de uma carta clinográfica e de um mapa litológico (ou, mais propriamente, das porções eluviais do regolito). O cruzamento dos dois resultaria, conforme os autores citados, na definição de "unidades territoriais homogêneas quanto a seu comportamento geotécnico", denominadas "unidades geotécnicas".

Ainda quanto aos procedimentos técnicos adotados, cabe ressaltar que é questionável o argumento da "dificuldade de obtenção de informações" causada pela "ocupação urbana densa", "ausência de afloramentos de solo ou rocha" e "acesso difícil em algumas áreas", visto que é justamente nas áreas de expansão urbana periférica, as áreas mais problemáticas do ponto de vista geotécnico, que mais se expõem os depósitos superficiais e regolitos em cortes, áreas erodidas, minerações etc.

O objetivo final da Carta Geotécnica era, assim, fornecer subsídios a uma série de possíveis atividades, estudos e intervenções diversas a serem efetuadas no território do Município. E se justificava do seguinte modo:

"A Carta [em 1:25.000, do IPT, 1985] se mostrou insuficiente para atender a demanda por informações localizadas devido às limitações impostas pela escala e por apresentar muitas áreas de solo não caracterizado geologicamente. O agravamento do quadro ambiental, a necessidade de obter informações sobre áreas não caracterizadas, aliados à demanda por dados em detalhe como: áreas adequadas para aterros e

bota-foras, áreas com potencial para ocorrência de recalques, enchentes, escorregamentos, solapamento, erosão etc., concorreram para a proposição do presente trabalho." (PMSP, 1994).

10.5. Crítica

Como vemos, a própria proposição do trabalho comentado está, então, teoricamente equivocada. As limitações de escala se mantêm em essência, visto que a Carta em 1:25.000 foi feita sobre bases 1:10.000 reduzidas (e portanto contando com as mesmas generalizações cartográficas desta escala, apenas representadas em menor proporção). Mesmo levando em conta a escala 1:10.000 em si, a caracterização de fenômenos como escorregamentos, "solapamento", "recalques", inundações e outros nos parece que será obrigatoriamente genérica em excesso para ser aplicável (isto é, utilizada sem estudos adicionais). Possivelmente áreas mais amplas de erosão e depósitos tecnogênicos de assoreamento e outros, como aterros de maior porte, possam ser bem caracterizados nesta escala. No entanto tais depósitos, aos quais associam-se grande parte dos problemas geotécnicos relacionados à urbanização, e pode-se dizer a parte mais grave, e que caracterizam uma situação geológica inteiramente nova, não são abordados, paradoxalmente, pela carta em 1:10.000.

A aplicação à análise de riscos geológicos urbanos é referida especificamente nos trabalhos de Beuttenmüller & Prado (1992) e Taveira *et al.* (1993). Estes últimos autores, ao analisarem o papel da cartografia geotécnica em 1:10.000 no detalhado levantamento de riscos efetuado no loteamento do "Jardim Corisco", comentam que: *"A carta geotécnica do Município de São Paulo foi, portanto, a base de informação sobre o meio físico de que se dispôs para o entendimento do comportamento do subsolo existente sob as moradias construídas neste loteamento. A conjugação de um elemento de geomorfologia, a declividade, com outro referente à constituição, que é o tipo de rocha e seu conseqüente solo de alteração residual, foi possível priorizar no processo de adaptação para legalização, certas porções do terreno, com preterimento de outras".* Comentam ainda que: *"o uso da Carta na escala de 1:10.000 permite ainda reconhecer em áreas próximas, com características geotécnicas semelhantes, a possibilidade de existência de 'novos Coriscos'"* (Taveira *et al.*, 1993).

No entanto, os próprios autores citados ressaltam que foi a classificação de risco elaborada o principal critério para subsidiar a legalização do loteamento (ou seja, sendo "passíveis de legalização" somente as áreas que não estivessem em "risco 1"). ocorre que, para a definição dessas próprias áreas

de risco utilizaram-se os indicadores: cortes; aterros; ocorrências de trincas de tração no terreno; inclinação de árvores; lançamentos de lixo, esgoto e águas servidas; existência de fossas. Portanto, somente critérios de caráter localizado e relacionados a fenômenos induzidos, demonstrando portanto o papel relativamente pequeno que pode ter uma carta geotécnica em escala ampla (relativamente) na análise de fenômenos localizados, contrariamente ao que afirmam os autores citados.

Portanto, e talvez alcançando o cerne da questão, deve ser ressaltado que a mudança de escala da Cartografia Geotécnica do Município, de 1:25.000 para 1:10.000, não significou realmente um detalhamento qualitativo, uma vez que foram os mesmos objetos a serem representados (declividade, substrato geológico). A representação de processos e depósitos que, por outro lado, determinam decisivamente os problemas geológico-geotécnicos e o surgimento de áreas de risco no Município, tais como os depósitos tecnogênicos quaternários (os aterramentos das várzeas, como vimos de espessuras iguais ou superiores ao Quaternário, as coberturas remobilizadas de cabeceiras de drenagem, os aterros de bota-fora ou tecnologicamente controlados), os grandes movimentos de terra, as coberturas superficiais, deixa de ser efetuada.

Devemos repetir, por ênfase, que este aspecto fica explicitado na Carta Geotécnica do MSP em 1:25.000. Conquanto Ávila *et al.* (1987) reconheçam que *"os fundos de vale nas áreas urbanizadas encontram-se invariavelmente entulhados ou assoreados por materiais de diversas naturezas"*, nenhuma consequência é tirada dessa constatação, visto que aos terrenos de várzea são associados, na elaboração da Carta, somente os depósitos aluvionares quaternários.

Além de que, mesmo em situações não modificadas pela ação humana, somente a identificação do tipo de maciço (eluvial) e da declividade predominante não determinam, necessariamente, as características do solo superficial (frequentemente coluvionar), as quais podem estar associadas a condições geomorfológicas particulares. O caso mais expressivo pode ser o do espesso horizonte de "argilas porosas vermelhas", resultante da pedogênese profunda sobre sedimentos terciários no Espigão Central da bacia sedimentar, associadas ao ciclo que criou as planícies fluviais.

É nossa opinião, assim, que um bom mapa geológico detalhado, sobre a base topográfica 1:10.000, e convenientemente interpretado (uma vez que a correta manipulação e aplicação de informações técnico-científicas exige cuidados especializados, aspecto no qual discordamos dos autores da Carta) possa ter uma aplicação mais eficaz.

Na verdade, a concepção da Carta Geotécnica e seu "detalhamento" em 1:10.000 representa um excesso de confiança no conteúdo científico da própria Carta. Esta, realizada em escala ampla, se pode ser utilizada para o cadastramento de situações e problemas geológicos urbanos específicos, não pode por si só ser utilizada para definir normas restritivas para áreas particularizadas, nem tampouco para dispensar estudos mais detalhados quando da proposição de algum empreendimento. Dentro de um mesmo compartimento (uma "área homogênea" à escala considerada e para um ou um conjunto de fatores considerados), as respostas às intervenções serão diferenciadas: 1) em função de peculiaridades geológico-geomorfológicas-geotécnicas não detectadas na escala da Carta; há abundantes exemplos disso, principalmente em relação à estabilidade de taludes, como discutiremos em capítulo posterior; 2) em função do tipo de intervenção (isto é, da técnica utilizada e da possibilidade de investimento disponível).

notas:

(1) Os sistemas de relevo, na concepção expressa por Ponçano *et al.* (1981), no Mapa Geomorfológico do Estado de São paulo, do IPT, referem-se a "áreas cujos atributos físicos sejam distintos das áreas adjacentes", em função de "padrões recorrentes de topografia, solos e vegetação, (...) correlacionados com geologia, geomorfologia e clima".

CAPÍTULO 11

A concepção de cartografia geotécnica em escalas grandes: fundamentos para a recuperação de áreas urbanas degradadas.

11.1. Introdução

Como vimos, a história do processo de ocupação urbana da cidade de São Paulo atribuiu os piores terrenos àqueles moradores que têm as mais deficientes condições de ocupá-los (e que, também como vimos, não têm outras opções), gerando uma condição de precariedade que *"leva a um quadro de degradação (1) o qual, muito freqüentemente, propicia, condiciona e induz o desenvolvimento de fenômenos que colocam em risco a população (aí assentada)"* (Barros & Peloggia, 1993).

Deve ficar claro que a adoção de medidas recuperativas dessas áreas degradadas, em termos de implantação de infraestrutura como esgotamento sanitário, drenagem e contenções localizadas (a "urbanização de favelas"), por exemplo, não representa em si nenhuma solução efetiva e definitiva para a questão da habitação, ao menos para a população favelada (voltaremos a tratar deste assunto com maior atenção em capítulo posterior). No entanto, não é possível perder de vista a questão humana dos riscos envolvidos com tais ocupações. É nesse sentido que se coloca a "recuperação" de tais áreas, e para a qual a técnica deve ser adequada, mas tendo-se em mente que *"a consciência técnica sozinha não vai ditar normas em face das estruturas arcaicas, desiguais e altamente caóticas existentes no país"* (Ab'Saber, 1984). Na verdade, essa "recuperação" também não significa a volta a condições originais há muito perdidas, mas a garantia de um funcionamento minimamente adequado dos processos.

11.2. Procedimentos de cartografia geotécnica aplicados às particularidades dos assentamentos espontâneos (favelas).

É portanto no sentido mais estritamente técnico que comentam Barros & Peloggia (1993): *"Os aspectos metodológicos das investigações geológico-geotécnicas em encostas sujeitas a movimentações de massas (...) envolvem o mapeamento geológico em escalas detalhadas, investigações de sub-superfície e definição das características do movimento e da compartimentação do maciço. /.../ A adequada representação cartográfica dessas informações (e é desnecessário reafirmar aqui a interação desses processos com as características da ocupação) torna-se um forte instrumento de ação (...) tendo em vista dois*

objetivos principais: a tomada de decisão quanto à ação recuperativa a ser adotada na área, bem como à sua viabilidade, seja indicando a necessidade e características desejáveis de medidas de estabilização, ou provendo orientações específicas a projetos de consolidação da ocupação, através da urbanização (...); o gerenciamento das situações de risco, definindo medidas emergenciais e preventivas adotadas a nível de defesa civil, particularmente nos períodos críticos de pluviosidade intensa" .

A originalidade da concepção de mapeamento em escalas detalhadas (compatíveis com os projetos urbanísticos de intervenção) reside portanto:

1. Na aplicação imediata a uma intervenção específica, a qual requer informações igualmente específicas para tomadas de decisão de projeto ou gerenciamento;

2. Na escala de análise compatível com a intervenção a ser adotada (no caso, escala de projeto de urbanização, por exemplo em 1:500);

3. Na possibilidade de análise particularizada dos fenômenos e problemas geológicos e geotécnicos em suas especificidades.

11.3. Cartografia Geotécnica aplicada a projetos de urbanização de favelas no Município de São Paulo

O programa de urbanização de favelas desenvolvido no Município de São Paulo, pelo menos até 1992, tinha por objetivo, conforme a própria PMSP, *"a incorporação das áreas faveladas paulistanas à malha urbana, de forma a melhorar as condições de vida e saúde de sua população, contribuindo decisivamente para a recuperação da qualidade ambiental da cidade"* (Bueno et al., 1992), o que seria propiciado, segundo os autores citados, pois *"a maioria das favelas localiza-se hoje nos interstícios da mancha urbana intermediária e periférica, sendo, ao mesmo tempo, causa e vítima da deterioração ambiental de São Paulo"*. Àquele momento a política pública direcionava-se nesse sentido: *"(...) há locais que têm assentamentos (favelas) com condições de recuperação e cujo custo, para a sociedade como um todo, é viável, neste momento. Nessas circunstâncias deixaria de ser ficção produzir 1 milhão de habitações novas. Para isso, o Plano (o projeto de lei do Plano Diretor de São Paulo, de 1991) estabelece um mecanismo, a zona especial de interesse social, que é contrário à lógica da regulação do uso do solo que prevaleceu até agora..."* (Rolnik, 1991).

Abstenhamo-nos, no momento, de comentar tais concepções, assunto do qual trataremos ao final do presente trabalho. Interessa-nos ressaltar agora que, dentro desse programa, foram realizados, como parte integrante dos projetos de urbanização, mapeamentos geológico-geotécnicos em escalas detalhadas, para a orientação das obras de recuperação e implantação de infraestrutura. Projetos estes que no entanto, infelizmente, acabaram engavetados ou perderam a atualidade. Os procedimentos desenvolvidos pela PMSP para tais levantamentos foram descritos por Peloggia (1992), sendo que exemplos específicos foram descritos por Pupo & Lopes (1993) e Gonçalves & Brollo (1993).

Conforme a descrição de Peloggia (1992), o mapeamento geológico-geotécnico em favelas consistia ali no levantamento dos principais condicionantes do solo e sub-solo, da dinâmica do meio físico e das interferências humanas nas condições naturais que condicionem e orientem projetos e obras de urbanização. Baseava-se no reconhecimento e cartografia dos maciços rochosos, das formações e depósitos superficiais, das interferências de origem humana que alterem as condições normais de equilíbrio e a própria dinâmica do meio, bem como na definição e hierarquização das situações de instabilidade e risco geológico.

Tal conhecimento deveria tanto indicar a necessidade e viabilidade de ações corretivas (estabilização de encostas, por exemplo) quanto orientar a implantação de vias, sistemas de drenagem e esgotos, edificações etc, assim como otimizar a realização de investigações geotécnicas mais dispendiosas (sondagens e ensaios).

Tais levantamentos adotaram como solução para a representação cartográfica a técnica da coleção de mapas, os quais eram lançados sobre uma base de levantamento topográfico planialtimétrico-cadastral efetuado pela PMSP, e principalmente nas escalas de 1:250 e 1:500, ou eventualmente 1:1000 para favelas maiores. Os mapas produzidos eram:

1. Um mapa geológico propriamente dito: definia a compartimentação do maciço rochoso ou de sedimentos, segundo seus tipos litológicos, estruturas, descontinuidades (falhas, xistosidade e foliação, clivagens, fraturas e juntas, descritas quanto à orientação, espaçamento e características do material de preenchimento) e zonas de alteração diferencial, diferenciando-se informação concreta (afloramentos, por exemplo) de inferências (contatos mascarados por depósitos superficiais, por exemplo). Os tipos litológicos são descritos quanto à constituição petrográfica, granulometria, texturas e estruturas, grau de alteração e consolidação, forma de ocorrência espacial, intercalações e associações típicas.

2. Um mapa de "caracterização física", o qual deveria mostrar as formações e depósitos superficiais (sobre as quais se dará a maior parte das intervenções de urbanização propriamente ditas), feições indicativas de processos superficiais atuantes, características geomorfológicas e geotécnicas. Englobavam-se na análise:

- solos superficiais, depósitos detríticos de encosta e depósitos aluvionares, caracterizados quanto a espessuras e características geotécnicas; blocos ou matacões e afloramentos rochosos ou de sedimentos; aterros e solos tecnogênicos (coberturas remobilizadas superficiais) ; acúmulos superficiais e vazadouros de lixo e entulho.

- características do relevo natural ou modificado pela ocupação, como quebras de declividade, ângulo da encosta, escarpamentos, cristas, talvegues e linhas de drenagem, ravinas e voçorocas, formas de erosão fluvial, terraços aluviais, áreas de inundação, brejos etc.

- cicatrizes de escorregamento, degraus de abatimento e trincas e fendas de tração em maciços de solo ou rocha; indicações de árvores, postes, muros e outras indicações de rastejo; descalçamento de taludes por erosão ou corte.

- taludes naturais ou de corte, com indicação da presença d'água, altura, inclinação e constituição e avaliação qualitativa da estabilidade.

- posição do lençol freático (surgências, nível d'água em poços etc); características dos cursos d'água e drenagens perenes e intermitentes.

3. Um mapa de setorização, o qual constitua na verdade o produto final e mais acabado do mapeamento, delimitando setores e ocorrências definidas quanto a um determinado conjunto de características identificadas, traduzidas na forma de recomendações à intervenção. O mapa deveria distinguir "setores geotécnicos" levando em conta, indicando e abrangendo:

- a aptidão do terreno à implantação de intervenções de urbanização e as características recomendáveis destas, de acordo com o conjunto das características geológico-geotécnicas e geomorfológicas levantadas.

- os problemas geotécnicos observados e esperados, incluindo o levantamento da situações de instabilidade, o estudo sobre a estabilidade geral dos setores de encosta e definição e hierarquização das situações de

risco às moradias (àquela época classificadas com a utilização dos critérios expostos por Cerri & Carvalho, 1990).

- a proposição de soluções de estabilização e recuperação de áreas degradadas que levem em conta a adequação e viabilidade técnica, a economicidade e a minimização do impacto social; medidas preventivas de proteção e necessidade de remoção de moradias.

- a necessidade de realização de investigações geotécnicas adicionais e seu dimensionamento.

Adicionalmente são indicadas as ocorrências de materiais de empréstimo (utilizáveis nas obras), suas quantidades e possibilidades de extração, incluindo nesse caso o reaproveitamento da área; do mesmo modo são indicadas as possibilidades de utilização ou deposição de eventuais rejeitos removidos.

Em alguns casos, nos quais a homogeneidade geológico-geotécnica e geomorfológica da área da favela não justificasse a preparação em separado dos três mapas (como o caso das planícies aluviais), os mesmos podiam ser apresentados em duas ou mesmo uma planta. Áreas que exigissem representação mais detalhada são lançadas preferencialmente junto ao mapa principal, em escala diferenciada. Já os eventuais condicionantes externos que pudessem influenciar a área a ser urbanizada eram apresentados em esboço anexo ao mapa de caracterização ou lançados sobre bases topográficas 1:2.000 ou 1:10.000, de acordo com a natureza e dimensão do problema.

A execução do mapeamento geológico-geotécnico, o qual representava a etapa inicial e preliminar para o desenvolvimento do projeto de urbanização, baseava-se fundamentalmente em levantamentos de campo, sendo que sondagens rasas com trado manual se tornariam importantes onde não houvesse afloramentos. Por outro lado, era de fundamental importância o levantamento e descrição do histórico de instabilidades e outras situações de risco geológico, o porte dessas ocorrências, e assim como os antigos usos da área em questão.

Deve ficar claro que a proposição de tal procedimento metodológico, bastante generalizado e complexo, de mapeamento se baseava, por um lado, na experiência própria dos técnicos da P.M.S.P., e por outro nas características das áreas de favelas levantadas durante o programa de avaliação de riscos executado em 1989/1990, o qual levantou uma série de dados bastante diversificados. Ainda, estava relacionado diretamente ao tipo de intervenção

então proposto, ou seja, urbanização dos assentamentos com a permanência, na medida do possível, das moradias e acessos existentes.

A generalização era, assim, justificada em função da necessidade de englobar no mesmo procedimento todas as situações que poderiam ocorrer. Para o caso de intervenções de porte maior, que visem o reaproveitamento da área com terraplanagem e edificações, o levantamento geológico-geotécnico deverá necessariamente ser bastante diferenciado, e não poderá prescindir de investigações de sub-solo complementares aos dados de superfície.

11.4. Outras experiências de aplicação da Cartografia Geotécnica em escalas grandes no MSP

O mapeamento da favela do Jardim Eliane

Barros & Peloggia (1993) descrevem o mapeamento geotécnico efetuado na favela do Jd. Eliane, zona leste do MSP, em escala 1:500.

Conforme os autores citados, a variedade de maciços e coberturas de comportamentos geotécnicos distintos, dentro de uma área relativamente pequena, tornou necessário efetuar-se a representação cartográfica (sobre a base topográfica) de unidades geológico-geotécnicas, definidas pela sobreposição vertical de camadas geológicas, representando os perfis de alteração e suas coberturas, como observados em campo. Isto de modo a evidenciar os diferentes comportamentos geotécnicos das camadas sobrepostas, em um mesmo ponto, em função das solicitações a que será submetido o terreno nas intervenções a serem programadas. Este aspecto, tanto no que diz respeito à programação de investigações de sub-superfície, quanto ao ordenamento cronológico e espacial das intervenções, é também ressaltado pelos autores citados.

Ainda conforme Barros & Peloggia (1993), a caracterização de riscos de natureza geológico-geotécnica foi um subproduto do mapeamento efetuado, e será melhor estudada no capítulo posterior. Pelo momento, ressalte-se que a *Carta de Riscos Geológicos* elaborada associa o zoneamento e o cadastramento de risco; enquanto no primeiro são individualizadas regiões passíveis de ocorrência de fenômenos geológicos potencialmente causadores de danos e vítimas, no segundo são identificadas, individualmente, as moradias sujeitas, em maior ou menor grau, à destruição por efeito de processos localizados.

O mapeamento do loteamento "Jardim Corisco"

Taveira *et al.* (1993) descrevem o mapeamento geotécnico de uma área de precária ocupação urbana, de aproximadamente 100.000 m², ocupada por 700 moradores em moradias de alvenaria de baixo padrão construtivo.

Localmente, o relevo é de morrotes sustentados por metassedimentos do Grupo São Roque, com encostas de altas declividades. Ocorrem solos saprolíticos de biotita-xistos finos, bastante alterados, com intercalações de anfíbolitos e veios granitóides.

A ocupação procedeu-se, lote a lote, pela conjugação de cortes e aterros. Os problemas observados e descritos pelos autores foram basicamente relacionados à erosão intensa e a escorregamentos induzidos de caráter localizado. Utilizando a representação cartográfica na escala 1:500 e os critérios de análise de riscos desenvolvidos pelo IPT (Cerri & Carvalho, 1990), foi realizado um cadastramento de risco lote a lote, identificando-se 45 moradias em "risco 1", e 30 moradias em "risco 2".

Como conclusão, propuseram os autores dois tipos de medidas: remoção das moradias em "risco 1" e implantação de medidas de estabilização geotécnica. No entanto, como reconhecem os próprios autores, por se tratar de área de propriedade particular e irregular, as soluções técnicas sugeridas não foram executadas pela administração municipal, realizando-se somente pequenas melhorias em regime de mutirão.

Notas:

(1) podemos buscar um conceito de degradação ambiental em Prandini *et al.* (1974): *"a interdependência que liga os seres vivos entre si, e estes ao meio físico, imprime ao conjunto uma constante busca de equilíbrio. /.../ A ruptura de tal equilíbrio se dá quando causas (externas) atuam em determinado ecossistema, dando início a uma acelerada busca de novas condições de equilíbrio, conhecida como degradação do ambiente"* .

Figura 11.1. Mapa geológico-geotécnico da favela do Jardim Eliane, conforme Barros & Peloggia (1993) (redução a partir de original em 1:500). (1) limites das unidades geotécnicas definidas pela sobreposição vertical das camadas; CR, cobertura remobilizada; SRMx, solo residual (saprolítico) de micaxisto; SRGr, solo residual (saprolítico) de granito; At, aterros lançados; C, colúvio; Al, aluvião (provavelmente de origem parcialmente tecnogênica). (2) curvas de nível de 5 em 5m; (3) limites do entorno do assentamento. (4) área de brejo.

Figura 11.2. Perfil esquemático representando as unidades geotécnicas do mapeamento do Jardim Eliane (figura 1). A codificação das unidades indica a sobreposição vertical das camadas. (1) Al: aluvião; (2) At: aterro lançado; (3) CR: cobertura remobilizada; (4) C: colúvio; (5): SRMx: solo residual de micaxisto.

Figura 11.3. Extrato da Carta de Riscos Geológicos do Jd. Eliane, conforme Barros & Peloggia (1993) (redução a partir do original em 1:500). (1) limites dos setores de risco: Zoneamento: AR, alto risco; MR, risco moderado; BR, baixo risco. Cadastramento: Ri, moradia em risco iminente; R1, moradia em risco um; R2, moradia em risco dois. (2) curvas de nível de 5 em 5m. (3) moradias da favela. (4) limites do entorno do assentamento.

PARTE IV

ASPECTOS DA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO EM ÁREAS URBANAS: ANÁLISE DE RISCOS GEOLÓGICOS

CAPÍTULO 12

Experiências na análise de riscos geológicos urbanos no Município de São Paulo

12.1. Introdução

Conforme descrevem Peloggia *et al.* (1992), a partir da ruptura de grandes proporções de um aterro, em 24 de outubro de 1989, que ocasionou a morte de várias pessoas e o soterramento da maioria das moradias da favela "Nova República", no Jardim Colombo, a Prefeitura de São Paulo iniciou a implantação de um Programa de Recuperação e Consolidação Geotécnica de Áreas de Risco. Neste programa foram selecionados 240 assentamentos considerados, pela memória de atendimentos da Prefeitura, de alto risco. Conforme os autores citados, eram considerados áreas de risco aqueles locais *"sujeitos à ocorrência de fenômenos de natureza geológico-geotécnica e hidráulica que impliquem em possibilidade de perda de vidas entre a população"*.

O assim chamado "Programa de Áreas de Risco" de 1989/1990 foi realizado em duas fases. Conforme descrito no relatório final apresentado pelo IPT, órgão responsável pela coordenação técnica do levantamento: *"A primeira, implementada em novembro e dezembro de 1989, teve como objetivo a análise de 128 favelas, antes do período de chuvas de 89/90, o que permitiu à PMSP tomar medidas preventivas, tal como a remoção das moradias com maior grau de risco. A segunda fase, compreendendo a análise das demais favelas consideradas de alto risco foi realizada nos meses de abril e maio de 1990"* (IPT, 1990). Como critério geral de risco, *"adotou-se a priorização de situações onde os acidentes poderiam levar à perda de vidas humanas em relação àquelas que tenderiam a produzir apenas efeitos materiais [...]/ As análises de risco foram feitas de maneira setorizada, ou seja, buscou-se identificar os setores das favelas sujeitos a processos generalizados de instabilização"* (IPT, 1990).

Os critérios específicos utilizados, publicados por Cerri & Carvalho (1990), associavam-se à diferenciação de *"dois tipos de compartimentos geomorfológicos: zonas de encosta e zonas de baixada. Tal compartimentação se faz necessária na medida em que os processos destrutivos associados a esses dois tipos de zonas são distintos, necessitando, portanto, de formas de intervenção diferenciadas. [...]/ As zonas de encosta apresentam basicamente riscos associados a processos de movimentação de massas (solos e/ou rochas). As zonas de baixada*

estão associadas tanto aos riscos de inundação ou destruição de moradias por impacto direto das águas, quanto aos riscos ligados aos procesos erosivos nas margens de córregos que levam ao solapamento das fundações de moradias ribeirinhas" (IPT,1990). A tais critérios juntaram-se os casos de "risco individual" (casos em que a moradia isoladamente apresenta um risco mais elevado do que o setor em que ela está inserida) (IPT,1990).

A classificação de riscos adotada foi a seguinte (Cerri & Carvalho, 1990):

Zona de encosta ou baixada :

Risco Imediato: processo destrutivo em adiantado estágio de desenvolvimento, com possibilidade de destruição imediata de moradias.

Zona de Encosta:

Risco IE: probabilidade elevada de destruição de moradias por queda ou atingimento.

Risco IIE: Probabilidade reduzida de destruição de moradias por queda ou atingimento.

Sem Risco (SR): setor estável ou sujeito a movimentação eventual, sem possibilidade de destruição de moradias.

Zona de Baixada:

Risco IBa: área freqüentemente atingida por cheias com elevada probabilidade de destruição de moradias.

Risco IIBa: área de pequena probabilidade de destruição de moradias por cheias.

Risco IBs: probabilidade elevada de destruição de moradias por solapamento de margens de córregos ou base de fundações.

Risco IIBs: probabilidade reduzida de destruição de moradias por solapamento de margens de córregos ou base de fundações.

Sem Risco (SR): área não atingida por enchentes, sem possibilidade de destruição de moradias.

O procedimento técnico adotado consistiu: 1) no registro da ocupação com a utilização de fotos aéreas e baixa altitude (helicópteros), fotos aéreas convencionais (1:10.000) e plantas planialtimétricas (1:2.000 e 1:10.000); 2) na identificação das zonas de baixada e encosta potencialmente perigosas; 3) na identificação dos problemas atuantes e classificação dos setores de risco (levantamentos de campo); 4) no registro dos setores de risco (em fotos, plantas ou croquis); 5) na identificação de situações onde fosse possível a realização de obras de estabilização e apresentação de sua concepção básica; 6) na identificação de áreas estáveis para relocação de moradias

A separação da análise por "zonas", feita como vimos em função dos processos diferenciados que atuariam em cada um desses "compartimentos", conduz necessariamente à necessidade de uma complexa determinação complementar de prioridades: *"Com relação à natureza do risco, são prioritários os setores sujeitos a processos de ruptura frágil, ou seja, processos de instabilização que ocorrem de maneira pouco perceptível pela população. Dessa forma as moradias de risco E (setores de encosta) são prioritárias em relação a moradias de risco B (setores de baixada), sendo que as moradias sujeitas a processos erosivos ou processos de solapamento são prioritárias em relação a moradias sujeitas a inundação./.../ Finalmente, os setores em risco II também necessitam de intervenções de caráter preventivo, que evitem a degradação da situação atual. Recomenda-se, portanto, que estas intervenções sejam implantadas imediatamente após a resolução dos casos de risco I"* (IPT, 1990). Conforme Cerri & Carvalho (1990): *"(...) a diferenciação entre as tipologias de processos atuantes (riscos tipo E, BA e BS) permitiu o estabelecimento de uma escala de prioridades para as intervenções de segurança necessárias. Tal priorização baseou-se nos graus de risco associados a cada situação e em considerações a respeito da potencialidade de ocorrência de vítimas fatais de cada processo destrutivo"*.

O levantamento chegou às seguintes conclusões: *"Das 240 favelas analisadas, com um total de 51.144 moradias, foram detectadas 500 moradias em risco iminente. Identificaram-se 6911 moradias em risco I, sendo que desse total 4287 moradias encontravam-se em situações de risco associadas a encostas, 2554 em situações de risco associadas a processos destrutivos de baixada e 70 apresentando risco individual de origem estrutural. A maioria das moradias em risco, 17.255 unidades, encontra-se em situação de risco ptencial com baixa probabilidade de destruição de moradias (Risco II)"* (IPT, 1990). Tais números correspondem respectivamente a 1% das moradias em risco iminente, 14% em risco I e 34% em risco II.

Conclui o relatório citado: *"Uma análise geral da situação de risco apresentada pelas favelas indica que, apesar de serem propostas obras para eliminação do risco I de uma parcela das moradias estudadas, a intervenção de maior vulto da PMSP a nível de resolução do problema dessas moradias se dará, de fato, através da remoção ou da relocação, o que requer uma mobilização intensa das Administrações Regionais envolvidas e a produção de unidades habitacionais ou lotes urbanizados para suprir esta demanda"* (IPT, 1990).

12.2. Aperfeiçoamentos na análise de riscos geológicos urbanos

A classificação e os critérios de risco utilizados, embora produtos de uma primeira tentativa, propiciaram bons resultados. Ainda assim, puderam ser modificados e, em alguma extensão, aperfeiçoados por estudos posteriores. Cerri (1992), por exemplo, propõe a adoção de índices numéricos mais elevados para as situações de risco mais graves, conforme a tendência internacional. No entanto, cabem ser ressaltados os seguintes proposições:

a) a correlação imediata entre o grau de risco e a gravidade do problema, abandonando-se a classificação por compartimentos topográficos e à redefinição do critério de "iminência" dos fenômenos (Barros & Peloggia, 1993);

b) a definição de critérios especiais de análise para situações particularizadas, principalmente as que se referem a aterros de botafora (como preconizado por Peloggia *et al.*, 1992), blocos de rocha e matacões, solapamentos de margens de córregos e destruição de moradias por ação das águas. Cerri (1992) também ressalta que *"cuidado especial deve ser tomado quando se está trabalhando, simultaneamente em uma mesma área, com riscos associados a diferentes processos [...]. Um certo grau de risco para um processo em particular não corresponde, necessariamente, ao mesmo grau para os demais. Nestes casos deve-se proceder à análise da equivalência entre os graus de risco de cada processo em relação aos demais e, então, formular a hierarquização mais adequada"*.

A classificação apresentada a seguir consiste em um pequeno aperfeiçoamento daquela descrita por Barros & Peloggia (1993) no levantamento geológico-geotécnico efetuado na Favela Jd. Eliane (Itaquera), em 1992, na qual distinguem-se critérios específicos para o zoneamento e o cadastramento das situações de risco.

ZONEAMENTO

Individualiza áreas passíveis de ocorrência de fenômenos geológicos potencialmente causadores de danos ou vítimas.

RISCO ALTO (RA): *área com grande probabilidade de ocorrência de fenômenos geológico-geotécnicos, induzidos ou não, recorrentes ou generalizados e envolvendo volumes tais de material mobilizado que os tornem potencialmente causadores de vítimas entre a população.*

Recomenda-se a desocupação da área ou medidas imediatas de consolidação, se viáveis.

RISCO MODERADO (RM): *área com possibilidade de ocorrência de fenômenos geológico-geotécnicos preferencialmente de caráter localizado ou envolvendo pequenos volumes de material mobilizado, tais que seja potencialmente reduzida a probabilidade de danos ou vítimas entre a população, ou naturalmente de baixo poder destrutivo (tais como recalques etc).*

Recomenda-se o monitoramento preventivo da evolução das condições da área e adoção de medidas visando diminuir o grau de risco (drenagem de águas pluviais e servidas etc).

RISCO BAIXO (RB): *condições de estabilidade satisfatórias em função da baixa possibilidade de desenvolvimento de fenômenos destrutivos potencialmente causadores de danos ou vítimas entre a população, caso não haja mudanças significativas nas condições existentes.*

SETORIZAÇÃO DE DETALHE E CADASTRAMENTO

Define dentro de um setor situações de risco particularizadas (áreas específicas) ou casos individuais, destacados ou não do contexto em que se encontrem.

RISCO IMINENTE (Ri): *Há indícios ou evidências de processos destrutivos em andamento ou movimentações anteriores, os quais poderão evoluir em futuro próximo, com ou sem a ocorrência de condições atmosféricas adversas.*

Pode ter caráter:

- localizado (RiLoc): *quando se referir a situações individuais;*
- generalizado (RiGen): *em função da avaliação de que poderão ocorrer rupturas generalizadas em área específica com características semelhantes;*
- amplo ou global (RiGlo): *quando o processo de ruptura detectado envolve ou deverá atingir área significativamente extensa.*

Recomenda-se a remoção preventiva imediata da população em risco.

RISCO UM (R1): *situação de potencial instabilidade gerando elevada probabilidade de destruição da moradia e ocorrência de vítimas.*

Recomenda-se a remoção da população em risco, ou execução imediata de obras de consolidação.

RISCO DOIS (R2): *situação de potencial instabilidade de menor gravidade, sendo reduzida a possibilidade de destruição da moradia e ocorrência de vítimas.*

Recomenda-se a vigilância e monitoramento quanto à evolução das condições existentes.

Como critérios especiais de análise foram adotados:

1) Solapamentos de margens de córregos: mesmo sem indícios de instabilidade em andamento, deve ser avaliada a possibilidade de evolução da erosão em função da posição da moradia em relação à margem, tipo de solo e geometria do curso d'água, podendo eventualmente ser caracterizada situação de risco iminente.

2) Blocos de rocha e matacões: deve ser avaliada a possibilidade de movimentação, mesmo sem indícios evidentes, em função da erosão nas bordas, descalçamento em estágio avançado e da ocorrência de "lascas" individualizadas por fraturas, bem como restos de desmontes anteriores em condição potencial de queda.

3) Aterros de "botafora": para o caso de ocupação sobre ou ao pé de taludes de aterros tipo "botafora" a avaliação deve ser feita, particularmente, a favor da segurança, em função da dificuldade de previsão do comportamento dos

mesmos e dos graves efeitos destrutivos de uma eventual movimentação. Atenção especial deve ser dada às seguintes características: *resistência do maciço do aterro, pressões neutras no maciço e resistência do terreno de fundação*;

4) *Destruição de moradias por ação das águas*: deve ser analisada a geometria do curso d'água, indicando gargantas (afunilamentos) como setor de Risco Alto (RA).

Desse modo, os critérios adotados para a conceituação de riscos adotada no trabalho de Barros & Peloggia (1993) apresentam diferenças básicas com os apresentados anteriormente por Cerri & Carvalho (1990), destacando-se:

- a originalidade da representação cartográfica na mesma escala do zoneamento e cadastramento, e associações destes num mesmo mapa denominado Carta de Risco, em 1:500;

- a classificação adotada no zoneamento de riscos - onde se faz a delimitação dos seus diversos setores: alto, médio e baixo risco -, o qual se refere à gravidade das ocorrências de fenômenos geológicos, em função das conseqüências e não simplesmente pelos diferentes tipos de processos em si e sua associação com diferentes compartimentos de relevo.

Dessa forma, a classificação é hierárquica, definindo diretamente a prioridade, o que não acontece com a classificação apresentada por Cerri & Carvalho (1990), a qual exige tal complementação. Neste caso, uma mesma classificação determina igual gravidade do risco, isto é, não se faz a diferença entre os setores encosta e baixada.

No cadastramento de riscos a definição para o grau iminente diz respeito objetivamente à existência de manifestações do processo destrutivo (escorregamento ou outros), independentemente do porte da conseqüência do fenômeno e da previsão de sua deflagração no tempo. Um conceito de certa forma equivalente ao formulado por Cerri (1992): *"as situações referentes a risco iminente seriam aquelas onde não é possível que a evolução da movimentação seja monitorada, podendo ocorrer ruptura a partir do registro de chuvas não necessariamente muito elevadas em termos de duração e/ou intensidade, de acordo com o processo em questão"*.

A definição dessa concepção, deve ser ressaltado, deve-se também à colaboração do geólogo F.A.N. da Silva. No trabalho de Barros & Peloggia

(1993), apenas as classificações R1 e R2 são modificadas de Cerri & Carvalho (1990).

CAPÍTULO 13

Considerações sobre o problema da "quantificação"
na análise de riscos geológicos urbanos

"Qualitatif et quantitatif ne doivent pas être opposés l'un à l'autre d'une manière mécanique: chacun d'eux correspond à un aspect des phénomènes, et, comme tels, ils sont étroitement liés l'un à l'autre" ()*

(Cailleux & Tricart, 1956)

13.1. Introdução

Tem sido um aspecto freqüentemente levantado nas discussões sobre riscos geológicos, nos encontros técnicos e na literatura especializada, a necessidade de quantificação (entendida como determinação matemática do grau de risco). A discussão mais alongada de tal tema faz-se necessária, aqui, em função das necessidades práticas da análise de riscos, assim como dos condicionantes sociais referentes a tais situações, particularmente nas dimensões que alcançam em municípios como o de São Paulo, como vimos.

Para analisar tal problema, pode ser estudada uma situação suposta, na qual o profissional ou pesquisador do campo pode freqüentemente estar envolvido, qual seja a de um caso de risco relacionado a escorregamentos (ou movimentos de massa em geral). Consideremos um certo talude, natural ou de corte, em determinada área urbana de ocupação precária, na periferia de qualquer grande centro urbano.

O problema consiste portanto em quantificar o risco geológico existente (este então associado à ruptura do talude) ⁽¹⁾. Temos em mente, naturalmente, os aspectos conceituais referentes à análise de riscos, os quais abordamos anteriormente.

O estudo exige inicialmente a caracterização geométrica do talude (extensão, altura, inclinação, irregularidades de conformação) através da topografia. Em seguida, a caracterização geológica do maciço, descrevendo as unidades que o constituem (perfil com solos superficiais, saprolíticos, saprolitos, rochas alteradas e intactas, coberturas tecnogênicas e aterros, suas características de composição e granulometria, contatos etc.). A disposição espacial das unidades será definida da melhor maneira possível através de suficiente número de

investigações sub-superfície (poços, sondagens a trado ou percussão, rotativas ou mistas), as quais poderão fornecer características geotécnicas adicionais, como o índice de resistência à penetração N-SPT).

Para cada unidade definida devem ser caracterizados parâmetros geomecânicos como coesão, ângulo de atrito interno e peso específico (através de ensaios laboratoriais a partir de amostragem, retroanálise de rupturas em condições semelhantes, ou comparação com dados de formações semelhantes); a precisão da análise dependerá também da segurança dessa caracterização (2).

Deve ser lembrado que, para maciços de saprolitos ou rochosos a análise estrutural, como vimos, definindo o comportamento espacial das descontinuidades, será de vital importância.

Deverão ser descritas a seguir as condições superficiais do talude, em termos de cobertura vegetal, ação das raízes, ocorrência de processos erosivos, condições de drenagem. As características de permeabilidade do maciço e a presença de água subterrânea, a posição do lençol freático e as condições de fluxo devem ser cuidadosamente determinadas. Conforme destacam Costa & Vargas (1985), *"em geral, o maior fator de incerteza na avaliação da estabilidade de taludes naturais ou cortes em solos residuais reside na determinação da pressão de poros a qual é função da distribuição espacial da permeabilidade (camadas ou veios de materiais diferentes) e a ocorrência de estruturas herdadas da rocha"*.

De posse desses dados, passa-se à segunda fase: escolher o procedimento de análise a ser adotado (3). É necessário, para isso, definir o tipo de ruptura mais provável. Deve ser lembrado aqui que os métodos de análise convencionais, ao considerarem o rompimento das massas (de solo) como corpos rígidos, já estão fazendo uma simplificação do comportamento real. Optando pelos métodos baseados no equilíbrio-limite, e tendo em mente as restrições de cada um, chegar-se-á a um fator ou coeficiente de segurança (que fornece a relação entre as forças - ou momentos - atuantes e resistentes em relação à ruptura, para aquelas condições determinadas). Em se escolhendo um método probabilístico, busca-se a definição da probabilidade de ocorrência do evento ruptura em relação ao evento estabilidade sob as condições determinadas (ver, por exemplo, Diniz da Gama, 1982; Hachich, 1988). Os métodos probabilísticos, conforme Chowdhury (1988), justifica-se justamente pela ocorrência de incertezas significativas nos parâmetros de resistência ao cisalhamento, pressão d'água nos poros, condições geológicas e cargas externas; consistem, em suma, no desenvolvimento de um tratamento probabilístico a partir de um método determinístico pré-selecionado. A qualquer uma dessas determinações chamaremos, por hora, quantificação (para um maior detalhamento dos métodos citados ver, por exemplo, Wolle, 1980).

Essa quantificação é válida, como ressaltamos, para aquelas condições definidas (uma aproximação da situação real) e das restrições impostas pelo método de análise em si e pelas adaptações às condições limitantes descritas. Ainda, a análise de estabilidade efetuada tem uma validade histórica e dialeticamente condicionada: *"qualquer talude [natural ou modificado] está em processo de evolução, e os materiais que o formam têm suas propriedades permanentemente em mudança, e estatisticamente para pior, no que se refere à estabilidade"* (Cruz, 1988).

Especificamente sobre o "fator de segurança" comentam Patton & Hendron (1974, conforme transcrito por Guidicini & Nieble, 1983): *"Na análise de estabilidade de taludes é importante lembrar que o fator de segurança, numa dada condição, não pode ser estabelecido somente por cálculos. A condição presente de estabilidade de um dado talude deve ser inferida do conhecimento da velocidade e da aceleração do escorregamento ou, indiretamente, do valor dos movimentos diferenciais que ocorrem na área em um período de tempo. (...) Geralmente, uma análise quantitativa da estabilidade de taludes não deve ser usada para especular sobre o fator de segurança absoluto de um talude natural [ênfase minha]. De preferência, as análises são mais bem utilizadas como ferramenta poderosa para estimar as variações na magnitude do fator de segurança, que ocorrem devido a mudanças nas forças externas que atuam numa massa em ruptura potencial".* Reforçam os primeiros autores que *"os especialistas atuais aceitam o fator de segurança como um índice relativo, utilizado para analisar a sensibilidade do projeto a mudanças em parâmetros significativos. /.../ A variação do fator de segurança deve realmente ter maior significado nas análises do que seu valor intrínseco (...)".*

Ou ainda, conforme cita Santos (1976): *"Jambu, em seu trabalho Slope Stability Computations, chama a atenção: o valor calculado para o fator de segurança reflete conseqüentemente as incorreções tanto das medidas de resistência como da análise dos esforços. Atualmente as incertezas associadas às medidas de resistência são propensas a introduzir maiores erros do que a computação da tensão de cisalhamento".* Por sua vez, Nieble (1995) acredita que *"o geólogo hoje se tornou tão geomecânico que esqueceu a história geológica do maciço e sua influência sobre o comportamento dos mesmos. E o projetista tenta transformar maciços tão heterogêneos, descontínuos e elasto-plásticos em números que podem nada ter a ver com a realidade física"*.

De forma mais geral, para Dolfus (1991), *"a matemática é apenas um instrumento, e além disso neutro como todo instrumento; os resultados*

obtidos dependem, por um lado, da qualidade dos dados considerados e, por outro lado, dos métodos empregados. /.../ Só muito dificilmente se podem quantificar inúmeros dados que interferem no espaço geográfico, razão da abordagem mais qualitativa das questões e da interpretação de feitiço sobretudo histórico dos fenômenos".

Devem, a seguir, ser efetuadas simulações para definir a variação da quantificação em função da variação possível das variáveis envolvidas (por exemplo, variações na posição do nível d'água e alteração nas condições de fluxo subterrâneo - e conseqüentemente das pressões neutras no maciço). As condições que imporão tais variações, assim, devem ser analisadas (seguindo o exemplo, as condições de infiltração superficial, características de permeabilidade e porosidade do maciço).

Ao final desse detalhado estudo deve-se estar em condição de efetuar afirmações objetivas: por exemplo, que sob as condições existentes, somente com uma chuva centenária poderá ser atingida a condição crítica. Ficamos à mercê do clima; e não estamos considerando os possíveis vazamentos das redes de abastecimento de água ou afastamento de esgotos das proximidades.

Mas, em se tratando de uma área urbana, deve ser levado em conta que esta sofre transformações mais intensas que a natureza não modificada pelo trabalho ⁽⁴⁾ humano (visto que não estamos tratando de um projeto ou obra em que poderíamos ter sob controle certas condições, como por exemplo a água subterrânea, a drenagem ou a geometria). Em muitos casos deve haver preocupação com a possibilidade de cortes e mutilações no talude, lançamentos de águas servidas ou sobrecargas (construções ou aterros lançados, por exemplo), executando-se novas simulações e aumentando o acervo de novas quantificações.

Deve ser ressaltado que a análise de riscos não se restringe a fatores de segurança. Taludes potencialmente em risco exigem tomadas de decisão. A quantificação (um Coeficiente de Segurança determinado, por exemplo), terá diferentes significados se envolver a possibilidade de danos apenas materiais em áreas livres, a interrupção do tráfego, ou o risco à vida humana em áreas de ocupação transitória ou, em caso extremo, permanente (habitacional). Mesmo aqui outros fatores, tais como a precariedade das construções, deverão ser levados em conta. Todas essas variáveis, enquanto qualitativamente distintas, não são passíveis de quantificações relativas.

De qualquer forma, deve-se então decidir, caso a caso, se a quantificação é segura, ou seja, aceitável tendo em vista a confiabilidade da análise (premissas adotadas, dados obtidos, procedimentos empregados) e as conseqüências do fenômeno.

Tal decisão deve ser assumida sob inteira responsabilidade do analista. Para Lukács: "(...) tanto no trabalho, no intercâmbio orgânico com a natureza, quanto nas outras esferas da prática social, o que há de comum nessas ações é o fato de que em todas elas se encontra uma tomada de decisão entre alternativas, o que implica a existência de um momento ideal, de uma prévia-ideação como denominador comum a todas elas" (Vaisman, 1989).

No entanto, "(...) a necessária decisão entre alternativas não implica conhecimento e controle completos do indivíduo sobre as circunstâncias da sua vida e do meio circundante" (Vaisman, 1989). Em nosso caso, vemos que tais conhecimento e controle são particularmente importantes. Visto que: "O sujeito do trabalho conhece, mas não se encontra em condições de dominar todo o complexo de determinações e circunstâncias que marcam o campo sobre o qual atua, restando sempre um espaço desconhecido. Como afirma Lukács: 'o trabalho pressupõe um conhecimento concreto, ainda que jamais perfeito de determinadas finalidades e de determinados meios'" (Vaisman, 1989).

Antes de ser finalizada a análise e escrito o relatório conclusivo, no entanto, não podemos deixar de responder à questão: até onde, em caso de ruptura, atingirá o material escorregado? Tal estimativa se baseará nas condições de viscosidade - e saturação - e do volume da massa escorregada, da declividade da encosta a jusante e dos eventuais obstáculos a serem atingidos.

Enfim, ao terminarmos nosso estudo hipotético, teremos concluído um relatório no qual, fundamentados em procedimento científico, nos conhecimentos atuais da Geologia, Mecânica dos Solos e Mecânica das Rochas e disciplinas correlatas, e em uma suficiente quantidade de dados (sondagens, ensaios laboratoriais etc.), quantificaremos o risco associado a certo talude, inclusive discutindo suas prováveis (isto é, previsíveis) variações.

13.2. Generalização

A questão a ser ressaltada é que, como o talude estudado em nosso ensaio hipotético, ocorrem centenas de taludes (muitos deles podendo ter características bem diferentes) a serem analisados em nossa área urbana. Isso caso estejamos trabalhando em um programa racionalmente planejado e conseqüente de enfrentamento dos riscos geológicos urbanos. O que por sua vez nos leva a questões teóricas e metodológicas da maior importância. Vejamos:

Primeiro, vimos que a "quantificação" enquanto técnica de análise de riscos geológicos urbanos tem limitações (restrições) tanto em relação a si própria (condições inerentes à evolução científica) como às condições reais e práticas de sua aplicabilidade.

Isto nos remete às opções de se voltar esforços para sintetizar, ajustar às variadas condições regionais e locais e prosseguir o desenvolvimento dos procedimentos de análise de riscos geológicos (inclusive quanto à sua representação cartográfica) aplicáveis a amplas áreas e em espaços de tempo encurtados (ou seja, priorizando a observação, como já colocaram Santos (1976), Cruz (1988) e Nieble (1995), por exemplo), com uma confiabilidade garantida pelo seu próprio desenvolvimento (no sentido específico da apreensão da lógica do objeto), ou voltar a atenção para o desenvolvimento de rigorosas técnicas "quantitativas" de aplicação muito restrita.

Em tempo: é desnecessário considerar que se trata, obviamente, de uma formulação geral, de ordem metodológica e aplicada à análise de riscos geológicos urbanos, não se configurando, evidentemente, em uma proposta contra o desenvolvimento dos métodos geotécnicos de análise de estabilidade de taludes e encostas, como já tivemos oportunidade de referir.

Segundo, vemos que em certas concepções, por exemplo na explicitada por Prandini *et al.* (1974): *"a ocupação indiscriminada de encostas, alagadiços e outros terrenos problemáticos é fonte de catástrofes e problemas insolúveis de urbanização. As causas que levam a população a ocupar tais áreas são de ordem econômica e fora do campo tecnológico"*.

Mas, como já tivemos oportunidade de ressaltar, no entanto, que sentido tem o próprio "campo tecnológico" se não levarmos em conta as relações entre os homens que, em última análise, determinam as relações destes com a natureza? E tendo em conta que *"como a relação do homem com a natureza é mediada através de uma forma alienada de atividade produtiva, "a natureza antropológica" (5) fora do homem traz as marcas dessa alienação de forma cada vez mais acentuada, demonstrada graficamente pela intensidade da poluição [degradação ambiental em sentido amplo] que ameaça a própria existência da humanidade"* (Mészáros, 1981). Como buscar soluções estritamente técnicas ignorando tais relações?

Notas:

(*) Qualitativo e quantitativo não devem ser opostos um ao outro de uma maneira mecânica. Cada um deles corresponde a um aspecto dos fenômenos e, como tais, são estreitamente ligados um ao outro (tradução minha).

(1) De forma ampla, admite-se que a quantificação envolva: (a) abrangência espacial do fenômeno; (b) número de pessoas, moradias etc. afetadas; (c) probabilidade de ocorrência do fenômeno em si. É esta última a quantificação em sentido estrito.

(2) Devemos atentar para as considerações de Wolle (1985): "*Para entender o comportamento [dos solos tropicais lateríticos e saprolíticos] em encostas naturais ou cortes, depende-se essencialmente da determinação de suas propriedades e características "in natura". desse modo, os testes convencionais para determinar os índices de caracterização [incluindo em muitos casos a análise granulométrica] são de reduzida utilidade, porque eles não reproduzem o comportamento "in situ" desses materiais*" [tradução minha].

(3) Guidicini & Nieble (1983), citando Deere & Patton, enumeram três métodos para a análise de estabilidade de taludes: 1) por experiências precedentes; 2) por experiências precedentes modificadas; 3) por cálculos de estabilidade. É este último o método "quantitativo" por excelência.

(4) atividade produtiva, indústria.

(5) natureza transformada pela atividade produtiva humana.

CAPITULO 14

Sobre o enfrentamento dos riscos geológicos urbanos

(A atuação da Prefeitura do Município de São Paulo em áreas de risco no período 1989-1992: reflexões post-festum sobre seus objetivos, procedimentos e resultados)

14.1. Introdução

O período de 1989-1992 foi conhecido, no âmbito da Prefeitura do Município de São Paulo, como particularmente diferenciado no que tange à preocupação com o problema dos riscos geológicos urbanos, e em especial em áreas de ocupação habitacional precária. Isso é expresso tanto pelo esforço de identificação, classificação e hierarquização das situações de risco em favelas, como pelo montante de intervenções efetuadas, ambos inéditos na história da administração municipal paulistana.

No entanto, na atualidade é possível refletir criticamente sobre os caminhos de tal atuação. Ao lado de, admite-se, um inédito desenvolvimento de técnicas e procedimentos de análise de risco que, apesar de seus problemas, puderam ser continuamente aperfeiçoadas por várias contribuições durante todo o período, e da grande abrangência do diagnóstico, sérias dificuldades puderam ser constatadas. Esses problemas se expressam tanto em relação à relocação das populações removidas (o "atendimento habitacional"), ou às formas rígidas, e nem sempre eficientes, de "consolidação geotécnica" e reutilização das áreas, quanto mesmo à reocupação desordenada dessas mesmas áreas e, enfim, ao "insistente" crescimento do número de situações de risco. Todos esses fatores expressam a insuficiência das ações efetuadas em relação à gravidade da questão.

Tais problemas são explicados, por um lado, pela falta de recursos, pela falta de experiência, pelas deficiências organizacionais do aparelho de estado. Mas também, e principalmente, pela falta de uma análise teórica que apreendesse as causas e pontos fundamentais do surgimento das "áreas de risco", em seu enraizamento social, e que, através de uma visão de conjunto que não se calcasse somente nas soluções técnicas, como o foi em essência o programa desenvolvido, procurasse medidas realmente efetivas para a solução do problema, algumas das quais discutimos a seguir.

14.2. Conhecimento geológico, administração municipal e áreas de risco

Em recente trabalho publicado no 38^o Congresso Brasileiro de Geologia, da SBG, Prandini & Nakazawa (1994), ao analisarem o papel das Geociências no desenvolvimento das cidades, defendem que *"é no enfoque urbano, no âmbito dos assentamentos urbanos e industriais, que todas as constatações próprias do enfoque regional tornam-se mais nítidas e drásticas e definem com certeza um novo campo multidisciplinar do conhecimento, onde a bagagem curricular e filosófica dos geólogos é uma preciosa matéria-prima a ser trabalhada"*. No entanto, se por um lado o conhecimento técnico-científico pode propiciar realmente um sólido fundamento para a análise dos problemas da ocupação urbana, por outro a "bagagem filosófica" é, no máximo e em regra, carente de reflexão mais aprofundada. E, pior, parece-nos também faltar algo tão ou mais importante, o que Engels denomina como consideração dos nexos de conjunto (não confundir com interdisciplinariedade ou "visão holística"). Diz Engels (1878): *"Desde o momento em que cada ciência especial é convidada a tomar consciência exata do lugar que ocupa no encadeamento geral das coisas e do conhecimento destas, torna-se supérflua qualquer ciência exclusiva do encadeamento geral. Então, de toda a filosofia antiga fica apenas em estado independente a doutrina do pensamento e das suas leis, a lógica formal e a dialética. Tudo o mais se converte na ciência positiva da Natureza e da História"*.

Após este necessário esclarecimento, concentremos nossa reflexão em um exemplo concreto: *o enfrentamento dos riscos geológicos urbanos*. Inicialmente, apenas apresentemos a situação.

No âmbito do Município de São Paulo, nos últimos anos (analisaremos aqui especificamente o período de 1989 a 1992) as ações minimamente organizadas e sistemáticas e quantitativamente significativas de enfrentamento dos riscos geológicos urbanos levadas a cabo pela administração pública municipal se deram nos seguintes sentidos (PMSP, 1992b; Peloggia *et al.*, 1992; Fujimoto, 1994):

- "Ações emergenciais", as quais referem-se ao atendimento mediato às famílias vítimas de situações de emergência, ou seja, após a ocorrência do acidente, representando ações de defesa civil cujo objetivo é atuar sobre os efeitos do problema (o que é feito em geral através de verbas orçamentárias específicas);

- "Ações preventivas", as quais consistiam basicamente em: (1) remoção preventiva de moradores (de áreas de risco previamente analisadas) e

"congelamento" das áreas; (2) ações de recuperação de áreas críticas de risco (projetos e obras de "consolidação geotécnica", ou seja, estabilização de encostas); (3) urbanização de favelas.

Somem-se a estas ações outras que no entanto não deixaram o papel, como a implantação de um Plano Preventivo de Defesa Civil Quanto a Escorregamentos, e de uma Organização de Trabalho Permanente em Áreas de Risco.

Pelas descrições constantes na literatura, as ações levadas a cabo em outras grandes capitais não diferem substancialmente. Conforme Carvalho (1993, 1994), em Belo Horizonte, são adotadas as seguintes soluções: remoção; verticalização sem adensamento habitacional; medidas mitigadoras (urbanização de favelas); esquemas de "aviso e intervenção"; prevenção em áreas ainda não ocupadas (risco potencial); reabilitação de áreas degradadas. D'Orsi (1993), por sua vez, cita para o caso do Rio de Janeiro a execução de obras de consolidação, "coibir" a ocupação, relocação de moradias; propõe ainda a implantação de sistemas de "monitoramento contínuo" ("evacuação temporária") e programas de educação ambiental. Amaral (1995) elogia a eficiência da adoção de medidas de curto prazo, pela administração carioca, tais como a execução de obras de contenção de taludes críticos, assim como a implantação de um sistema de informações geográficas para o gerenciamento de riscos.

Quanto aos escorregamentos ocorridos em Petrópolis (RJ), em 1988, Nakazawa & Cerri (1990) sugerem que, *"tendo em vista que a maioria dos escorregamentos ocorridos teve como causa imediata mais importante a deficiência ou ausência de sistema de drenagem superficial que conduzissem e lançasse de modo adequado as águas pluviais e servidas, consideraram-se o redimensionamento, ampliação e implantação de sistemas de drenagem das águas superficiais associados a pequenas obras de contenção, em amplos setores das encostas já ocupadas, como medida mais eficaz na redução do risco, em relação às tradicionais obras de contenção, geralmente de grande porte, implantadas nas cicatrizes e que beneficiam uma parcela muito restrita da população"*.

14.3. O Programa de Trabalho em Áreas de Risco da PMSP (1989-1992)

Detenhamo-nos no entanto nas práticas paulistanas. A partir de 1989, após a ruptura do aterro que atingiu a favela "Nova República", *"a Prefeitura de São Paulo iniciou a implantação de um Programa de Recuperação e Consolidação Geotécnica de Áreas de Risco, o qual teve como objetivos*

diminuir a probabilidade de acidentes fatais e promover a recuperação das áreas (eliminação das causas dos problemas). Foram selecionados 240 assentamentos considerados, pela memória de atendimentos da Prefeitura, de alto risco. Essas áreas foram objeto de levantamentos geotécnicos que caracterizaram situações de risco e indicaram as diretrizes de intervenção, sejam imediatas, programadas ou projetos e obras de recuperação" (Peloggia et al., 1992). Ressalte-se que "tais estudos, por certo, não contemplaram a totalidade das áreas de risco em favelas, bem como necessitam de reavaliações em função das rápidas modificações impostas pela ocupação, o que deve constituir trabalho de natureza sistemática" (não efetuado) (Peloggia et al., 1992).

Remoções. A partir dos resultados das análises de risco efetuadas em 1989 e 1990, as quais descrevemos anteriormente, tomaram-se providências no sentido (PMSP, 1992b): 1) da remoção das moradias classificadas como em "risco iminente" ou "imediato"; 2) do início das remoções programadas nos assentamentos hierarquizados por região da cidade, com setores de "Risco I" de encosta; 3) do "congelamento" das áreas onde as moradias foram removidas, através da derrubada das moradias e cercamento das áreas.

Segundo dados da PMSP (1992b), foram removidas no período de 1990 a 1992 um total de 4916 famílias.

Alternativa de atendimento	nº de famílias
conjuntos habitacionais	1286
alojamentos provisórios	902
outras alternativas	255
transferências	2473

No entanto, a própria Prefeitura do Município de São Paulo admitia que *"o fraco aparato operacional das equipes de fiscalização da prefeitura, frente à amplitude da problemática e à rápida ocupação de áreas impróprias, não permite ações eficazes de congelamento [ênfase minha], somente por meio de instrumentos tradicionais de vigilância e fiscalização das áreas. São necessárias medidas mais eficazes de combate às causas dos problemas encontrados. /.../ Dentre essas ações, torna-se necessária a adoção, em alguns casos, de intervenções que permitam dar novo uso alternativo ao habitacional às áreas (praças, áreas verdes (...))*

etc.). /.../ Em outros casos, quando da existência de possibilidades de retorno das famílias após o tratamento das áreas a partir da execução de obras recuperativas, é necessária a realização de obras a partir de projetos urbano-habitacionais compatíveis com a nova realidade, induzindo um melhor uso [ênfase minha], por parte da população, do meio físico existente" (PMSP, 1992b).

Esta última constatação refere-se diretamente ao insucesso de várias intervenções de "consolidação geotécnica" que, se "estabilizaram" as encostas (o que nem sempre aconteceu, como por exemplo na intervenção do Jardim Damasceno, Zona Norte do Município), não equacionaram sua utilização definitiva, abrindo espaço para a rápida deterioração e mesmo a volta das situações de risco no caso de reocupações desordenadas.

Obras em áreas de risco.

Conforme a concepção inicialmente desenvolvida pelo IPT para o Programa de Avaliação de Riscos de 1989/1990, a implantação de obras de estabilização *"consiste na concepção, projeto e execução de obras de engenharia para promover a estabilização dos setores de risco evitando, assim, a necessidade de remoção ou relocação das moradias envolvidas"*. Incluiriam: 1) obras de retaludamento (alteração geométrica de taludes visando a estabilização através da suavização da declividade média e obras complementares; 2) contenção de taludes (estruturas como muros de gravidade, de flexão, cortinas atirantadas etc.); 3) obras de drenagem superficial; 4) obras de canalização de córregos e; 5) obras de proteção de margens de córregos.

A maior parte das obras executadas, no entanto, teve como condição prévia a remoção das famílias em risco, sendo este aliás um dos principais fatores de divergência entre os órgãos da administração envolvidos no problema. As obras realizadas foram em sua maioria, na verdade, simples estabilizações de encostas (conforme também pode ser constatado nas descrições efetuadas por Figueiredo, 1995), uma vez que as situações de risco, por definição, desapareciam com a remoção das famílias afetadas. Nessas obras, até agosto de 1992, tinham sido investidas quantias de aproximadamente US\$ 20 milhões (Peloggia *et al.*, 1992).

Este parece ser um problema não exclusivo à cidade de São Paulo. Em um documento divulgado durante o seminário sobre "Gerenciamento de Áreas de Risco no Município de Porto Alegre/RS", realizado em julho de 1994, a Secretaria do Meio Ambiente (SMAM) daquele município reconhecia que, em

função da dificuldade de reassentamento de famílias das áreas de risco, "(...) das 28 obras de correção previstas pela SMAM, todas dependentes do reassentamento das famílias, (não foi) conseguido executar nenhuma" (PMPA, 1994). Ao comentar as ações administrativas para redução de desastres associados a escorregamentos no Rio de Janeiro, comenta Amaral (1995): *"Em contrapartida, observou-se a falta de planejamento de medidas de longo prazo, tais como a relocação de moradias e impedimento de ocupação de áreas críticas; [e] (...) a grande dificuldade no fluxo de informações entre os órgãos municipais responsáveis (...)"*.

O que só faz ressaltar o caráter fundamental da questão fundiária no que diz respeito ao problema das áreas de risco e, ainda mais, que tal relação não decorre somente das especificidades municipais, mas apresenta condicionantes sociais e econômicos de envergadura e profundidade muito maiores.

14.4. Considerações sobre a aplicabilidade de planos de defesa civil (quanto a escorregamentos) no Município de São Paulo

Os "Planos Preventivos (de Defesa Civil) quanto a Escorregamentos" constituem-se basicamente em uma organização formal e metodológica da Administração Pública, baseada em critérios científicos, com o objetivo de minimizar a perda de vidas e os danos causados à população pela ocorrência de fenômenos de natureza geológica (no caso escorregamentos), os quais são, em função da disponibilidade e acúmulo de informações técnicas específicas, ou mais ou menos previsíveis potencialmente.

Partindo da constatação de que o Estado não deteria condições de remover e prover habitação a toda a população moradora em "áreas de risco" geológico associadas a escorregamentos, ou implantar a curto prazo intervenções de estabilização de encostas, tais planos via de regra adotam a premissa da "convivência com o risco" (como ressaltam Cerri, 1993, e Ogura, 1995 (1)). O plano, assim, define o conjunto de ações técnicas e logísticas destinadas a minimizar os efeitos dos acidentes, e não evitá-los ou diminuir a probabilidade de sua ocorrência. Seria garantido assim um "incremento de segurança", até certo ponto subjetivo e dificilmente quantificável, para a população ameaçada. Isso seria possível, em termos gerais, tendo em vista que *"no âmbito geológico, a caracterização geomorfológica das encostas permite definir formas, locais e regiões mais ou menos estáveis, assim como caracterizar os processos e os vetores da evolução (...) das encostas, direcionando dessa forma a ocupação ou utilização das mesmas..."* (Wolle, 1981).

De forma genérica podemos dizer que tais planos são embasados comumente: a) No conhecimento, caracterização e hierarquização prévios das "áreas de risco". Caso não haja tal informação, ou a mesma esteja desatualizada (o que é freqüente no caso de assentamentos espontâneos como as favelas, ou ocupações e loteamentos "irregulares" ou "clandestinos", nos quais o dinâmico, acelerado e precário processo de ocupação gera novas situações - e problemas - em prazos de meses ou mesmo semanas), faz-se necessário tal serviço como etapa preliminar à planificação; b) No acionamento de medidas em função basicamente das condições meteorológicas (pluviosidade acumulada e precipitações previstas com antecedência), as quais guardam relações estatísticas com a deflagração dos fenômenos em questão (Guidicini & Nieble, 1983; Tatizana et al., 1987a; Tatizana et al., 1987b; Matichard & Pouget, 1988; Barros & Brandão, 1992, entre outros, e apesar de nenhum referir-se a estudos específicos para o MSP), subsidiadas na medida do possível por campanhas de vistoria imediatas. Às áreas críticas segundo uma ordem previamente estabelecida, em função da hierarquização da gravidade dos problemas, por equipes especializadas, às quais caberão as tomadas de decisão finais caso a caso.

Conforme Prandini et al. (1990): *"Como já é sabido, encostas podem ter sua suscetibilidade a escorregamentos analisada e os condicionantes e causas, detalhadamente determinados, de modo a se conhecerem as variáveis que determinam a eclosão de fenômenos generalizados, bem como indicar as porções de terreno a serem afetadas. (...) É possível também determinar, com antecedência, as condições pluviométricas de iminência de grandes acidentes. Esta análise se baseia na relação que se determina entre a pluviosidade e a deflagração de escorregamentos, em condições específicas de cada tipo de relevo dos materiais que constituem as encostas. Assim, o acompanhamento dos episódios de chuva, somado às previsões meteorológicas, permitem a adoção de medidas preventivas de defesa civil"*.

Reconhece-se pela experiência de implantação de tais planos que a principal medida a ser acionada deverá ser a remoção preventiva temporária da população em risco, a qual provavelmente retornaria ao local após passado o período crítico.

Talvez aqui encontre-se o cerne da discussão. A experiência do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT e, até certo ponto, do Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente estadual, diz respeito basicamente aos municípios litorâneos, onde em geral as situações ou "áreas" de risco têm caráter "concentrado" em relativamente poucos locais (os

morros de Santos e São Vicente, ou os "Bairros-Cota" de Cubatão, nas encostas da serra do Mar, por exemplo) (Augusto et al., 1990; Cerri & Almeida, 1990; Cerri et al., 1990a; Cerri et al., 1990b; Ogura et al., 1992a; Ogura et al., 1992b; Macedo, 1992, entre outros). No caso específico do Município de São Paulo, pelo contrário, as situações de risco assumem caráter disseminado, porém generalizado (isto é, problemas de porte relativamente pequeno mas muito freqüentes e espalhados por centenas de locais).

Dessa forma a implantação do "Plano" exigiria uma série de providências por parte da administração, entre as quais destacam-se: a) um complexo esquema logístico e de comunicações perfeitamente organizado e de rápida atuação (incluindo a eventual evacuação de famílias a partir do "alerta" e constatação de situação crítica, instalação de alojamentos em equipamentos públicos, guarda de bens etc.); b) disponibilidade de equipes treinadas das administrações locais para efetivação das medidas previstas (vistoria, tomada de decisão, remoção, alojamento etc.); c) a constante reavaliação das "áreas de risco" anteriormente cadastradas, ou de outras que surjam, a ser feita particularmente nos períodos de estiagem.

Uma outra variante que pode ser idealizada para um "Plano" ou programa de atuação em áreas de risco em sentido semelhante seria metodologicamente diferenciada, porém também partindo do pressuposto básico da "convivência" com o risco. Consistiria basicamente: 1) na prévia definição e hierarquização das áreas de risco (a ser constantemente atualizada); 2) no estudo das características hidrológicas locais (ano hidrológico), de forma a propiciar a remoção das situações piores (conforme a hierarquização científica adotada) antes de cada período chuvoso;

Tal opção, privilegiada nos últimos anos no Município, demanda no entanto: 1) o atendimento habitacional definitivo (mesmo que passando por uma fase intermediária de "alojamento provisório") da população transferida; 2) o "congelamento" efetivo (isto é, o impedimento da reocupação da área de risco) ou utilização alternativa, após estabilização, das áreas desocupadas.

Tal trabalho, desenvolvido de maneira sistemática ("às prestações", usando uma expressão de Rui T. Mori), teoricamente levaria, dependendo dos recursos alocados, à gradual porém efetiva diminuição dos casos de risco, desde que não houvesse a tendência, devida ao déficit habitacional e ao empobrecimento de parcelas significativas da população, da ocupação ou reocupação de áreas impróprias.

Na verdade, as duas hipóteses de trabalho não são mutuamente excludentes, sendo esta última mesmo provavelmente uma porção efetivamente

necessária em muitos casos (em que a remoção provisória não pode ser tecnicamente aceitável dentro dos limites considerados "toleráveis") do *Plano Preventivo quanto a Escorregamentos*.

Lembra-se ainda que tais procedimentos não necessariamente conseguirão identificar todos os casos mais críticos, tarefa quase impossível, mas em tese reduzirão a probabilidade de ocorrência de vítimas, apesar de não eliminarem tal possibilidade.

Sendo assim, pode ser concluído que:

1) Um Plano Preventivo quanto a Escorregamentos teoricamente deverá dotar a Administração de um instrumento formal (escrito) que mostrará as medidas e procedimentos mais adequados à "convivência com as situações de risco", pressuposto básico que deverá ser assumido pela administração caso venha a adotá-lo;

2) O Plano não é de forma alguma exclusivo e auto-suficiente, portando-se melhor como medida paliativa (provisória) do que como efetiva resolução do problema. Sua adoção, neste caso, poderia em teoria efetivamente trazer benefícios à "segurança" da população, conforme mais desenvolvidas as premissas científicas adotadas e eficiente o funcionamento do sistema implantado para sua operação;

3) É coerente que a resolução definitiva dos problemas caminhe paralelamente à execução do Plano, até que um efetivo controle dos mesmos permita a desativação deste (lembremos que acidentes como o da Favela "Nova República", em 1989, o mais notório mais não o único no gênero nos últimos anos, não tiveram como causa essencial as chuvas, e poderiam ter passado - como exceção estatisticamente admissível - em um esquema baseado na análise pluviométrica, por exemplo);

4) O Plano deverá ser, após implantado, reavaliado e readequado constantemente, em função de seus resultados e das mudanças efetivas nas situações de risco.

14.5. O acesso à terra na origem dos problemas relacionados à precária ocupação urbana, e em seu enfrentamento

Cabe aqui posicionar em um contexto mais amplo as possibilidades de aplicação do conhecimento geológico para o enfrentamento dos problemas da precária ocupação urbana.

De início, devemos reconhecer as formas de intervenção urbanas em "bairros subnormais" (favelas e assentamentos espontâneos) nas periferias das metrópoles do Terceiro Mundo, conforme sintetizado por Pellegrini (1982):

1) As de caráter preventivo e puramente repressor, impedindo com proibições o surgimento e expansão dos bairros subnormais. *"Este tipo de ação obtém, não raro, resultados inversamente proporcionais à (...) migração selvagem causada pelo desequilíbrio entre cidade e campo. A eficácia da intervenção é, pelo contrário, diretamente proporcional ao grau de controle político-militar que as autoridades possam ter sobre a situação"* (Pellegrini, 1992).

Inclue-se aqui o "congelamento" de áreas de risco.

2) A transformação gradual dessas áreas através da instalação de serviços públicos. *"Esta política está sujeita a várias e graves dificuldades se a renda individual dos habitantes se mantiver muito baixa, seja porque estes não podem contribuir de algum modo no custo dos serviços públicos, seja porque a própria realização de tais serviços é, em regra, muito mais onerosa em um contexto de pobreza, de escassa instrução e mesmo de violência. Ao contrário, se uma intervenção deste tipo se realiza paralelamente a uma expansão geral da economia urbana e a uma indiscutível melhoria nas condições econômicas médias da população do bairro subnormal, os resultados podem ser particularmente positivos"* (Pellegrini, 1982).

Trata-se do caso típico da "urbanização de favelas" com a implantação de infraestrutura (saneamento, circulação, iluminação etc.), como foi prática em São Paulo no período 1989-1992.

3) Substituição do "bairro subnormal" por bairros totalmente diversos. *"O radicalismo desta solução que, por sinal, apresenta dificuldades econômicas maciças, não deve obscurecer a gravidade dos problemas conexos a uma assim drástica modificação dos ambientes de vida e à destruição e recomposição, muitas vezes aleatórios, de agregados sociais inteiros"* (Pellegrini, 1982).

Encaixam-se nesta categoria certas intervenções efetuadas em São Paulo no período 1993-96, como é o caso do discutido "Projeto Cingapura".

A cada tipo de intervenção acima elencado associam-se formas de atuação a nível de geologia aplicada: no primeiro caso, os "planos preventivos

de defesa civil" e de modo geral as avaliações de risco de caráter emergencial ou preventivo; no segundo, a Cartografia Geotécnica em escalas grandes e as avaliações de risco associadas; no terceiro, as investigações geológico-geotécnicas "tradicionais", com investigações de sub-solo, para a definição de projetos de fundações e taludes. Cada qual apresenta suas peculiaridades e possibilidades de aplicação, como discutimos amplamente. Mas o que deve ser ressaltado é que, por mais desenvolvidas e apropriadas que sejam essas técnicas, sua efetividade depende, como ficou claro, de um amplo espectro de determinações sócio-econômicas. A desconsideração de tais condicionamentos, mais que demonstrar a pobreza da consideração dos problemas humanos pelos especialistas da "área tecnológica", mostra falta de visão quanto à possibilidade das técnicas propiciarem resultados efetivos.

Em outras palavras, todos os procedimentos técnicos comentados anteriormente podem ser questionados, de início, em seus próprios pressupostos, quais sejam a origem da "impossibilidade" do estado dar solução efetiva às situações de risco associadas à precária ocupação urbana, e a consequente "necessidade" da "convivência com o risco".

Continua Pellegrini (1982): *"uma proposta mais radical para os bairros subnormais se dá quando, numa visão global dos problemas sociais, econômicos e políticos, se enfrentam as causas de sua origem e se intervém para modificá-los. Trata-se de realizar uma política de desenvolvimento econômico, social e territorial equilibrada (...). Trata-se de limitar e equilibrar tendências de concentração territorial e de má distribuição social de renda (...)"*.

Conclui o autor citado: *"A maioria dos especialistas no assunto concorda que 'se não for modificada a distribuição de renda (...) se não for modificado o processo de migração do campo para a cidade, continuará o crescimento desordenado e a proliferação de habitações subnormais; mas o que ninguém discute em profundidade é se este desequilíbrio destrutivo e os conseqüentes movimentos da população são efetivamente alteráveis no interior do sistema econômico vigente'"* (grifo meu).

Equivoca-se no entanto o autor citado ao ignorar a decisiva contribuição de Engels à análise e esclarecimento desta questão. Na obra *"A Questão da Habitação"* (surgida na imprensa alemã originalmente em 1872), Engels (1988) ressalta que o estado capitalista nada mais fará que tomar medidas paliativas, quando o fizer, sobre a questão, e freqüentemente de modo a apenas transferir o problema de lugar: *"Enquanto subsistir o modo de produção capitalista, será loucura pretender resolver isoladamente a*

questão da habitação ou qualquer outra questão social que diga respeito à sorte dos operários. A solução reside, sim, na abolição deste modo de produção, na apropriação pela própria classe operária de todos os meios de produção e de existência".

A atualidade de tais palavras demonstra-se pela própria realidade, dia a dia. Devemos analisar mais especificamente, no entanto, a realidade brasileira.

Dados do IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas da Presidência da República), publicados em 1993, referentes ao ano de 1990, indicavam que uma parcela significativa da população brasileira vive em condições de indigência. Segundo o BNDES, existem atualmente 53 milhões de pessoas que vivem em condições de pobreza, ou seja, ganhando até 1 salário mínimo por mês. E cerca de 24,4 milhões estão em condições de miséria, ou seja, ganham menos de um quarto de salário mínimo. E, de uma certa forma, pode-se afirmar que a pobreza está concentrada no eixo urbano, enquanto a miséria é rural. Portanto, novos fluxos migratórios para as cidades, e para as grandes cidades em particular, tenderão continuamente a agravar o caos atual.

O assentamento de trabalhadores no meio rural, a reforma agrária, seria uma das principais formas de combate à fome, à miséria e ao desemprego. Esta proposta tem, no entanto, esbarrado em argumentos de ordem "técnica", que alegam falta de recursos financeiros por parte do estado.

Segundo dados do IBGE, que trabalha com o conceito de estabelecimento rural, existe atualmente um total de 129.724.050 ha subutilizados no país, considerando neste conjunto as terras produtivas não utilizadas e as pastagens naturais que, tradicionalmente, possuem um baixíssimo índice de lotação de cabeças de gado. Dados do INCRA, relacionados ao número de imóveis rurais, totalizam em 150 milhões de ha o estoque de terras aproveitáveis não exploradas.

Nesse contexto, seria indispensável a qualquer programa de áreas de risco no Município, como medida estrutural, o estabelecimento de linhas diretas com os órgãos federais, como o INCRA, para que o Município seja mais uma força de pressão por desapropriações de terras incultas, evitando o êxodo em massa.

Portanto, propor o estabelecimento de medidas para garantia de não-ocupação ou "congelamento" de áreas de risco é desconsiderar que o problema do acesso à terra, para nela se morar ou trabalhar, é um problema, antes de tudo, humano, e não técnico, de "congelamento". Termo este que perde muito do sentido numa realidade concreta de miséria como a nossa.

Como sabemos, é na interação entre as formas de ocupação das encostas (autoconstrução, favelização) e o meio físico que está a gênese de grande parte das situações de risco geológico no Município de São Paulo. Isto é uma constatação objetiva. Vimos também que a ciência aplicada pode indicar, com precisão de ordenamento (classificação mais hierarquização) quais ocupações representam situações de risco em caráter variável, e determinar quais devem ser "removidas", quais podem ser "consolidadas", ou com as quais se pode "conviver" através de medidas paliativas. E, praticamente sem exceção, as análises associam o engendramento das situações de risco à "má ocupação" (ou "mal uso"), decorrente de deficiências técnicas, de encostas e baixadas, propondo então formas "técnicas" de enfrentamento.

Porém, medidas técnicas por si só não darão resolatividade ao problema dos assentamentos espontâneos. E sabemos ser esta visão - a de que os riscos são problemas eminentemente técnicos - que permeia as instituições.

Vejamos: "as intensas e qualitativamente variáveis interações que se processam no ambiente urbano podem e devem ser melhor compreendidas pelos agentes gestores da cidade. No âmbito dos assentamentos urbanos a previsibilidade temporal e circunstancial, advinda do conhecimento de muitos mecanismos de causa e efeito, fornece a principal base para o enfrentamento preventivo e corretivo dos problemas ambientais" (PMSP, 1992a).

A proposição de ações técnicas não deve esquecer que ocupações inadequadas não ocorrem por falta de informação, mas por obrigatoriedade diante de um quadro de miséria e impossibilidade de acesso à terra. Ou seja, a ocupação de áreas impróprias não se dá por acaso. Não se deve esquecer do mesmo modo o papel que a valorização da terra joga na expulsão das famílias para as áreas públicas, áreas essas localizadas principalmente à beira de córregos e encostas de altas declividades, justamente porque se faz impossível sua comercialização, e destinadas portanto a preencher os requisitos legais de "áreas verdes" ou "áreas de preservação", em suas diversas modalidades. Com relação às áreas centrais repletas de cortiços, a expulsão das classes populares se dá por efeito da pressão das incorporadoras imobiliárias e empreiteiras, engrossando assim o contingente migratório, por assim dizer "intra-urbano", para as áreas de risco. Naquelas áreas menos centrais, os grandes terrenos privados esperam valorização, sendo constantemente vigiados contra "invasões".

Dessa forma, o que resta são terrenos públicos, as "áreas impróprias". Dessa maneira não é de admirar que, destarte todo o esforço desenvolvido no sentido da eliminação de áreas de risco, do desenvolvimento técnico, possa ser

constatado que prolifera a precária ocupação urbana e a geração e regeneração das áreas de risco, e suas conseqüências.

Esclarece Rolnik (1992) a esse respeito: *"Ora, os investimentos públicos pagos por todos (e o trabalho coletivo de produção da cidade de maneira geral) valorizam a terra urbana gerando permanentemente áreas "carentes" destes mesmos investimentos. Os investimentos públicos jamais alcançam quem deveriam alcançar: a melhoria de um espaço eleva o preço da terra e exclui quem não tem recursos para dela se apropriar. O perigo aqui é cairmos no engodo da eterna falta de investimentos em infraestrutura e equipamentos, sem atentarmos para o processo que reproduz esta carência. /.../ A situação ambiental da cidade é também fruto de um processo complexo de produção da cidade - não é à toa que as favelas e loteamentos irregulares se situam justamente nas áreas mais frágeis do ponto de vista ambiental - assim como não é á toa que o padrão de expansão periférica tenha gerado ameaças ambientais gravíssimas para a cidade, como enchentes e deslizamentos (...)"*.

Ou ainda: *"A favela é produto da conjugação de vários processos: de expropriação dos pequenos proprietários rurais e da superexploração da força de trabalho no campo, que conduz a sucessivas migrações rural-urbana e também urbana-urbana, principalmente de pequenas e médias para as grandes cidades. É também o produto do processo de empobrecimento da classe trabalhadora em seu conjunto (...). Resultado também do preço da terra urbana e das edificações - mercadoria inacessível para a maior parte dos trabalhadores -, a favela exprime a luta pela sobrevivência e pelo direito ao uso do solo urbano de uma parcela da classe trabalhadora"* (Rodrigues, 1991)

Notas:

(¹) Escreve Ogura (1995): *"Esta forma de enfocar a prevenção de acidentes pode ser considerada adequada à realidade nacional, que tem exigido a convivência com os riscos geológicos a partir de ações de caráter essencialmente preventivo, dada a impossibilidade, a curto prazo, do seu enfrentamento com medidas de eliminação/redução (remoção permanente da população das áreas de risco, obras de engenharia), que implicam geralmente investimentos públicos vultosos"*.

Fotografia 14.1. Obra de "estabilização de encosta" com "retaludamento" (alteração geométrica do perfil da encosta) associado a obras de drenagem superficial e subterrânea (tapete drenante na base das bermas de equilíbrio em aterro), executada em encosta definida como de "alto risco" na favela do Jaguaré (Zona Oeste do Município de São Paulo), após a remoção das moradias existentes. Note-se que este tipo de solução, dissociado de um aproveitamento alternativo (ordenado) do terreno é propício à ocupação precária. Note-se também que medidas mais simples, como a retirada dos entulhos, recomposição vegetal e drenagem superficial, e eventualmente um "muro de espera" na base do talude poderiam ser aplicadas com bons resultados e custos menores (como procuram ressaltar Prado & Beuttenmüller, 1992).

Fotografia 14.2. Tentativa de ocupação "ordenada" de encosta estabilizada por retaludamento (Favela "Maria Luiza Americano, Itaquera, Zona Leste do MSP, 1992). Os sobrados foram construídos pela PMSP em uma plataforma de berma de equilíbrio.

Fotografia 14.3. Insucesso de uma tentativa de estabilização de encosta: ruptura em obra de retaludamento (Jd. Damasceno, Zona Norte do MSP), envolvendo a camada superficial de cobertura remobilizada não removida.

CAPITULO 15

Considerações finais

Deve ser ressaltado, em primeiro lugar, um ponto fundamental a que se chega ao fim de nossos estudos: os problemas geológicos urbanos, no Município de São Paulo, são produtos históricos. Produtos, em primeiro lugar, da história geológica "natural", da qual herdamos determinações devidas às condições reinantes até o quaternário. Produtos das determinações da história geológica mais recente, quaternária, reflexa da ação humana. E produtos, por fim, da própria história da sociedade e de suas formas de relacionamento com a natureza, já transformada ou não.

Em nossa área de estudo, as formas de ocupação urbana e apropriação do relevo são mais significativas, no tempo e no espaço, na geração dos problemas geológicos, do que o fator substrato. Como observa Rosa (1980), para o caso específico da Região Metropolitana de São Paulo, *"está evidentemente claro que, embora as condições naturais condicionem uma certa fragilidade em determinadas áreas, na verdade os grandes desequilíbrios verificados são provocados pelo homem(...)"*. O que não quer dizer que as determinações naturais não tenham influência no processo de ocupação. O que se observa no MSP é uma coincidência particular entre a ocupação urbana e as propriedades do substrato (ou melhor, do relevo dependente deste último).

Se, como diz Abreu (1986), até fins da década de 1960 os problemas de erosão e deslizamentos de encostas tenham chamado pouca atenção na área urbana de São Paulo, consideramos que isto se deve não em primeiro lugar ao fato das formas de relevo estabelecidas sobre e sustentadas pelos sedimentos da Bacia Terciária serem menos susceptíveis à erosão ou mais estáveis em taludes de corte, mas ao fato de ter sido propiciada uma ocupação menos problemática, e efetivamente terem sido ocupados em uma época em que isto foi possível. A expansão periférica corresponde a ocupação dos relevos mais agitados sustentados pelos maciços do embasamento cristalino, conjugando-se a forma de ocupação precária às condições desfavoráveis do substrato.

Seja como for, fica evidente que a geração da nova realidade geológica do Município de São Paulo é função das formas de apropriação do relevo, para utilizar a expressão de Cassetti (1991), e que a geração das situações de risco geológico está predominantemente vinculada à questão da habitação.

Assim, as bases para o enfrentamento dos problemas geológicos urbanos, tais como se colocam no Município de São Paulo e, de maneira geral, em concentrações urbanas de natureza semelhante, passam a ter necessariamente um caráter múltiplo:

1. O entendimento do relacionamento dialético entre as determinações geológicas da ocupação urbana e as consequências geológicas desta mesma ocupação;

2. A compreensão do enraizamento social na gênese desses problemas, e em especial a questão do acesso à terra, sem a resolução do qual, via reforma agrária, as tentativas de enfrentamento estarão condenadas ao fracasso.

3. A compreensão de que o modo de produção capitalista e o estado a ele atrelado não oferece ou oferecerá as condições para a resolução desses problemas, esta que estará, em última análise, ligada à transformação do modo dos homens produzirem e reproduzirem seus meios de existência, do modo de se relacionarem com a natureza. Em suma, à transformação revolucionária da sociedade.

Nas palavras de Engels (1991): *"E assim, somos a cada passo advertidos que não podemos dominar a natureza como um conquistador domina um povo estrangeiro, como alguém situado fora da natureza; mas sim que lhe pertencemos (...), que estamos no meio dela; e que todo o nosso domínio sobre ela consiste na vantagem que levamos sobre os demais seres de poder chegar a conhecer as suas leis e aplicá-las corretamente. /.../ Mas, se foi necessário o trabalho de milênios para que chegássemos a aprender, dentro de certos limites, a calcular os efeitos remotos de nossos atos orientados no processo de produção, isso era muito mais difícil no que diz respeito aos efeitos sociais remotos desses atos. /.../ Na verdade, porém, aprendemos nesse campo (...) a compreender claramente as consequências sociais, indiretas e remotas, de nossa atividade produtiva, o que nos proporciona a possibilidade de dominar e regular também essas consequências. Mas, a fim de conseguir essa regulação, não basta o simples conhecimento. Para isso, será necessária uma completa revolução em nossa maneira de produzir e, ao mesmo tempo, de toda a ordem social atualmente dominante"*.

PARTE V

POSFÁCIO E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

POSFÁCIO

Sobre o caráter dialético da Geologia: exemplos históricos e sua importância para Geologia do Tecnógeno

"(...) le matérialisme dialectique n'est pas une conception a priori, plaquée du dehors sur les choses et les recouvrant plus ou moins bien, comme les théories idéalistes, mais qu'il est au contraire l'essence même de la réalité naturelle. Les contradictions dialectiques entre processus ne sont pas un artifice de pensée, comme le voudraient les représentants modernes de l'indéterminisme scientifique. Elles sont la réalité même et, dans la mesure où nous le décelons, nous pénétrons dans la connaissance de cette réalité."

(Jean Tricart, *La Geomorphologie et la pensée marxiste*) (*)

P.1. Introdução

Para o filósofo alemão Friedrich Engels, "a dialética, a chamada dialética objetiva, impera em toda a natureza; e a dialética chamada subjetiva (o pensamento dialético) é unicamente o reflexo do movimento através de contradições que aparecem em todas as partes da natureza e que, (num contínuo conflito entre os opostos e sua fusão final, formas superiores) condicionam a vida da natureza" (Engels, 1991). Ou seja, a dialética é o modo como a realidade se processa: as categorias dialéticas, portanto, refletem as formas de ser da realidade.

Como destaca Haldane (1), tanto Marx como Engels viam na dialética a ciência das leis gerais da transformação, na sociedade e no pensamento humano, mas também no mundo exterior que é refletido pela mente humana. O que implica, segundo o autor citado, que a mesma pode ser aplicada não somente aos problemas da ciência pura, mas também às relações sociais da ciência. Explica Caio Prado Jr. (1968): "dialética, de um lado, é uma expressão empregada para designar o comportamento geral da natureza, naquilo que ela tem de mais característico e essencial, isto é, a mutabilidade e instabilidade de suas feições, a permanente transformação delas. Assim entendida, a dialética constitui um fato natural, um aspecto da Natureza (...)".

É nosso objetivo neste posfácio propor a discussão do caráter dialético, na natureza geológica e em sua ciência, e em particular no que tange às conseqüências geológicas das ações humanas, de forma a possibilitar, pelo esclarecimento e ordenação do conhecimento atual, o estabelecimento das bases para o entendimento da Geologia do Período Tecnógeno em nosso meio geográfico. Para tanto, torna-se indispensável a contextualização histórica de seu desenvolvimento.

P.2. A Geologia e os rumos das ciências naturais nos séculos XVIII e XIX

Engels apresenta, em sua obra "A Dialética da Natureza", escrita entre 1872 e 1882 (recorremos aqui à edição brasileira de 1991, cotejada com a edição francesa de 1952), um precioso exemplo do papel da Geologia como motor conceitual a pôr em movimento a ciência natural estagnada, nos séculos XVIII e XIX, com reflexos significativos na modificação de seus rumos.

Segundo o autor citado, o fim do período assinalado pelos trabalhos de Lineu e Newton é caracterizado por uma *"peculiar concepção de conjunto, cujo centro é constituído pela noção de invariabilidade absoluta da natureza"*, noção esta ainda profundamente influenciada pela Teologia, e pela qual a Terra, desde sua criação, teria sido essencialmente a mesma. À ciência natural caberia cuidar de um desenvolvimento apenas espacial, em contraste à história humana, desenvolvida no tempo. *"A ciência natural, tão revolucionária a princípio, defrontou-se, de repente, com uma natureza absolutamente conservadora, em que tudo era hoje da mesma forma que havia sido a princípio e na qual tudo teria que permanecer tal como era, até o fim do mundo ou por toda a eternidade"*.

Na opinião de Engels (1991), a ciência natural da primeira metade do século XVIII, apesar de mais avançada do que a da antiguidade grega no que tange ao conhecimento e classificação de seus materiais, não lhe fazia concorrência no âmbito da concepção geral da natureza, pois, *"segundo os filósofos gregos, o mundo era algo que havia saído do caos, e depois se desenvolvera"*.

O autor citado considera que apesar da brecha aberta nessa concepção por Kant, para quem *"a Terra, bem como todo o sistema solar, constituíam algo que se foi formando no transcurso do tempo"*, *"pode-se pôr em dúvida de que a maioria dos naturalistas tivesse chegado, desde logo, a adquirir consciência da contradição contida no fato de uma Terra que se modifica (embora contenha em si organismos invariáveis) caso a*

idéia nascente de que a natureza não é, mas sim, um permanente vir a ser e passar, não tivesse recebido o apoio de outros fatos" .

Tais fatos foram trazidos pela Geologia, com a qual *"não só se verificou a existência de camadas terrestres colocadas umas sobre as outras, formadas uma depois da outra, como também forma encontradas, nessas camadas, carcassas e esqueletos de espécies animais já extintas, ao lado de troncos, folhas e frutos de plantas que já não existiam"*. Tal conhecimento objetivo leva a uma radical mudança conceitual: *"Era, portanto, forçoso reconhecer que não só a Terra, em seu conjunto, mas também sua atual superfície, bem como as plantas e animais que nela vivem, deviam ter uma história, no tempo"* (Engels, 1991).

P.3. Lyell e a mutabilidade da natureza

Referindo-se à obra de Charles Lyell, prossegue Engels: *"(...) Lyell introduziu um conceito racional na geologia, ao substituir essas súbitas revoluções [da teoria de Cuvier sobre os cataclismas], provocadas por um simples capricho do criador, por ações graduais de lentas modificações processadas na Terra"*.

Na verdade, como vemos descrito pelo próprio Lyell, nos "Principles of Geology" (publicados em 1833; recorreremos à edição norte-americana, em facsimile, de 1990), o princípio das causas atuais já se encontra na teoria huttoniana. Seja como for, na opinião de Engels (1991), *"a falha na concepção de Lyell - pelo menos em sua primeira forma - consiste em considerar as forças que atuavam sobre a Terra constantes em qualidade e quantidade"*. Como escreve Gouhau (1987), em sua "História da Geologia", *"em 1829, no seu regresso da Sicília, Lyell disse (...) que as causas das mudanças geológicas jamais foram outras senão aquelas que se manifestam nos nossos dias e que estas jamais se manifestaram com uma intensidade maior"*.

Para Engels, a teoria de Lyell era ainda mais incompatível com a noção de espécies imutáveis, visto que a transformação global da superfície terrestre, e então das condições de vida sobre a mesma, conduzia diretamente à transformação gradual e adaptação dos organismos ao meio em transformação. No entanto, *"(...) a tradição é uma força não só na Igreja Católica, mas também nas ciências naturais. O próprio Lyell não atinou com a contradição durante muitos anos, e seus discípulos ainda menos. Isso só se pode explicar como resultado da divisão do trabalho, que havia sido introduzido nas ciências naturais, o que limitava cada um, mais ou menos,*

dentro de uma determinada disciplina espacial e que somente a muito poucos não despojava da visão de conjunto" (grifo meu).

Realmente, conforme Gouhau (1987), *"nas primeiras edições dos Princípios..., Lyell admite a estabilidade do mundo biológico. Algumas espécies desaparecem, ao passo que outras surgem, por criação. Mas a substituição faz-se, de algum modo, através de formas equivalentes, que permitem a datação sem modificar o equilíbrio geral. E, evidentemente (continuísmo obriga), isto faz-se discretamente"*.

Escreve Engels no "Anti-Dühring" (obra de 1878; nos utilizamos da edição portuguesa de 1975, cotejada com a edição francesa de 1931): *"A decomposição da natureza nas suas partes singulares, a separação dos diversos processos e objetos naturais em classes determinadas, o estudo da constituição interna dos corpos orgânicos na variedade dos seus aspectos anatômicos - tais foram as condições fundamentais dos progressos gigantescos que os quatro últimos séculos nos proporcionaram no domínio do conhecimento da Natureza. Mas tal método legou-nos igualmente o hábito de surpreendermos os objetos e os processos naturais no seu isolamento, fora da grande conexão de conjunto, Por consequência não no seu movimento, mas sim no seu repouso; como elementos não essencialmente variáveis, mas sim fixos; não na sua vida, mas sim na sua morte"* (grifo meu).

A desconsideração da "conexão de conjunto", como diz Engels, está portanto relacionada à própria gênese das ciências naturais, a qual, conforme analisa Vaisman (1989), *"(...) está visceralmente relacionada com aqueles processos relacionados ao trabalho, dos quais foram gradativamente se autonomizando, na medida da complexificação da divisão social do trabalho e do próprio processo laborativo"* (2).

P.4. Novos rumos da Geologia

As Ciências da Terra, no entanto, cujas descobertas objetivas tiveram papel fundamental na mudança da própria concepção de mundo das ciências naturais, foi ela própria também englobada pela especialização do trabalho, em detrimento do entendimento dialético e globalizador dos fenômenos naturais. Posição conceitual esta última essencial no momento atual, no qual se faz necessário analisar profundamente o papel do homem como modificador da superfície do planeta, ou seja, em que a Geologia expande seu campo de ação para levar em conta processos e resultados decorrentes da e impressos pela prática social na natureza. E o homem é um agente especificamente geológico

na medida em que as conseqüências de suas atividades (sua ação modificadora na natureza, ação ativa e mediatizada pelo trabalho) são comparáveis qualitativamente e quantitativamente significativas em relação a processos naturais e, ainda mais, quando os efeitos produzidos materializam-se em marcos estratigráficos.

Os depósitos geológicos de origem humana - depósitos tecnogênicos - os quais assentam-se em discordância sobre os substratos, são correlativos aos processos decorrentes das formas de apropriação do relevo e, devido à originalidade desta determinação, sua época de existência por decorrência caracteriza um tempo geológico distinto. Este é um resultado da ação modificadora do homem sobre a natureza. Nas palavras de Engels: *"Só o homem conseguiu imprimir o seu cunho à natureza (...) e isto a um ponto tal que as conseqüências da sua atividade só podem desaparecer com o desaparecimento geral da Terra"* (Engels, 1991).

A preocupação com os nexos de conjunto, a qual vem sendo atualmente resgatada por alguns autores, é, assim, na verdade uma imposição para a ciência das condições materiais da existência social, e sua desconsideração pode representar, não somente um atraso na própria ciência, mas a perda da possibilidade de intervenção na prática social. *"Quem não souber avaliar e cruzar bem a organização natural das paisagens [superficial e sub-superficial, e seus processos] com a organização humana dos espaços não está preparado para fazer propostas e nem para ter opções corretas"* (Ab'Saber, 1984).

P.5. Uma definição de Geologia

Na opinião de Engels (1975), é precisamente por ser extraída do mundo e representar uma parte das formas que o compõem que a ciência é aplicável. Em outras palavras: *"um trabalho só pode ser frutífero se posto em movimento por uma posição teleológica compatível com a ordem causal real"* (Vaisman, 1989).

Os caminhos teóricos para essa terefa de aplicação podem ser buscados a partir do materialismo dialético, e em especial na obra de Engels. Detenhamo-nos brevemente em sua concepção de Geologia, apresentada, também na "Dialética da Natureza". Segundo o autor citado, a identidade abstrata (pela qual todo ser, sendo igual a si mesmo, não pode ser ao mesmo tempo, pela negativa, também desigual de si) é uma categoria inaplicável na natureza orgânica, tal como também o é a separação entre a parte e o todo. Explica o autor: *"A planta, o animal, cada célula é, a cada instante da sua*

vida, idêntica a si mesma; e, no entanto, vai diferenciando-se de si mesma por absorção e excreção de substâncias, pela respiração, pela morte de células, pelo processo circulatório; em outras palavras, devido a uma soma de seus resultados evidentes à nossa vista: a vida embrionária, a juventude, a madurez sexual, o processo de reprodução, a velhice e a morte. Isso, além da evolução das espécies. /.../ Mas, inclusive na natureza inorgânica, a identidade como tal, não existe na realidade. Todo corpo está continuamente exposto a influências mecânicas, físicas e químicas, que sempre o modificam mudando a sua identidade" (Engels, 1991). "(...) De modo que qualquer ser organizado é constantemente o mesmo e apesar disso outro" (Engels, 1975).

Daí pode avançar o autor citado: "A contínua modificação, isto é, a supressão da identidade abstrata, é também encontrada nas denominadas coisas inorgânicas. Sua história é a Geologia [grifo meu]. Na superfície, condições mecânicas (erosão, congelamento), modificações químicas (alterações devidas aos agentes atmosféricos); e, internamente, modificações mecânicas (pressão), calor (vulcânico), químicas (água, ácidos, substâncias de aglutinação), os grandes cataclismas, terremotos etc. A ardósia de hoje é fundamentalmente diferente do pântano que lhe deu origem; a greda difere das microscópicas conchinhas de que se compõe; e muito mais as rochas calcáreas que, segundo alguns, são de origem puramente orgânica; e os arenitos silicosos, que são derivados da erosão do granito, etc., não se falando do carvão" (Engels, 1991).

Escreve Engels (1975), no "Anti-Dühring": "(...) toda a Geologia (leia-se natureza geológica) é uma série de negações negadas ⁽³⁾, uma série de destruições sucessivas de formações minerais antigas e de sedimentação de formações novas. Como é sabido, a crosta terrestre primitiva resultante do arrefecimento da massa fluida fragmenta-se sob a ação dos oceanos, da meteorologia e da química atmosférica, e essas massas trituradas depositam-se em camadas no fundo do mar. Transformações geológicas locais do fundo oceânico trazem à superfície e expõem de novo partes dessa primeira estratificação aos efeitos da chuva, da temperatura - que varia consoante as estações -, do oxigênio e do ácido carbônico da atmosfera. As mesmas influências atuam sobre as massas rochosas, primeiro em fusão e depois arrefecidas, que saídas do interior da Terra atravessaram as sucessivas camadas. assim, durante milhões de séculos, não cessam de se formar camadas novas, de serem destruídas na sua maior parte e de servirem mais uma vez para a formação de novas camadas".

A definição da Geologia proposta por Engels na verdade segue a tradição teórica lyelliana, *"assimilada filosoficamente e interpretada de forma materialista-dialética"* (Kedrov, 1974). Como vemos nos *"Principles of Geology"*: *"[A] Geologia é a ciência que investiga as sucessivas transformações que têm tido lugar nos reinos orgânico (4) e inorgânico da natureza; ela investiga as causas dessas modificações, e a influência que as mesmas têm exercido na modificação da superfície e estrutura externa de nosso planeta"* (Lyell, 1990) (tradução minha) (5).

P.6. A ação humana e a Geologia do Tecnógeno

A análise da ação humana na transformação dos entes naturais pode ser englobada nas concepções teóricas acima discutidas, tomando-se como base a definição de Lyell. Na metrópole de São Paulo, como analisamos no decorrer do presente estudo, as várzeas aterradas e ocupadas pelo construtivismo praticamente nada guardam das originais planícies meândricas quaternárias (modificadas em suas colunas estratigráficas, seus regimes fluviais, enfim na fisiologia de suas paisagens, e mesmo nas próprias características geotécnicas de seus sedimentos, sujeitos que foram à compactação por sobrecarga). Nas vertentes ocupadas também pouco resta das condições determinadas que deram origem à sua morfologia e estrutura subsuperficial, substituídos que foram os processos morfoesculturais naturais por processos induzidos em maciços profundamente modificados (por alterações geométricas, depósitos tecnogênicos etc.), a ponto de poder ser constatado, conforme Wolle & Silva (1991), que *"na área da cidade de São Paulo, e mesmo em suas cercanias, (...) praticamente não existem mais encostas naturais isentas de ação antrópica. Mesmo nos atualmente raros locais em que ainda ocorrem áreas maiores desocupadas nesta região, os terrenos já foram, durante as últimas décadas, objeto de obras de terraplanagem, escavações ou lançamento de aterros, de modo que tratar tais terrenos como "encostas naturais" não parece mais se adequar à realidade presente"*.

E, se cabe à análise da ação transformadora humana sobre a natureza, a ação do homem como agente geológico independente, um espaço cada vez mais relevante dentro do objeto das Ciências Geológicas, isto é uma decorrência direta do desenvolvimento das forças produtivas e, assim, do *"recoo dos limites naturais"*, na expressão de Marx. Nas palavras de Sergeev (1984): *"Desde tempos antigos têm sido construídas várias estruturas, extraídos minérios, desenvolvidas atividades agrícolas. Mas a escala de impacto alterou (apenas) ligeiramente o equilíbrio natural. As forças da humanidade parteciam insignificantes comparadas às forças naturais (Lyell, 1831). Não havia necessidade de estudar a interação entre o homem e a*

natureza. O desenvolvimento do capitalismo mudou tudo. /.../ Um novo termo, "meio ambiente" ("environment") surgiu, implicando uma parte do ambiente natural interagindo com o homem (...)" (tradução minha).

Nas palavras de Marx & Engels (1993), em "A Ideologia Alemã" (obra de 1845-46): *"A celebrada unidade do homem com a natureza desde sempre existiu em todas as épocas em formas diferentes, segundo o menor ou maior desenvolvimento da indústria, tal como a "luta" do homem com a natureza, até ao desenvolvimento das suas forças produtivas numa base correspondente. /.../ de resto, esta natureza que precedeu a história humana (...) é a natureza que hoje em dia, à exceção talvez de uma ou outra ilha de coral australiana de origem recente, já em parte nenhuma existe..."*.

P.7. Observações finais

Pudemos verificar portanto que a Geologia, desde seus primeiros passos, caracterizou-se pelo reconhecimento de uma natureza essencialmente em transformação, caráter este presente na definição de Lyell e interpretado filosoficamente por Engels. No entanto não foi possível aos geólogos, em decorrência da divisão do trabalho científico, sustentarem uma visão de conjunto que possibilitasse um mais rico aproveitamento do desenvolvimento dos seus conhecimentos.

Na atualidade, a ação transformadora do homem sobre a natureza, seu papel como agente geológico independente, vem gerando alterações quantitativas e qualitativas nos processos de transformação da superfície do planeta (alguns aspectos essenciais das quais expusemos especificamente para o Município de São Paulo).

Como observou Watson (1983), a influência humana nos processos geológicos têm três características especiais: estende-se por quase todos os ambientes superficiais; opera em uma escala de tempo curta; e é, em princípio, sujeita a controle racional. Esta última característica decorre justamente do caráter essencialmente diferenciado da ação humana, o qual reside, precisamente, na transformação da natureza através da atividade produtiva, uma relação dialética que tem o trabalho enquanto posição teleológica.

Notas

(*) "O materialismo dialético não é uma concepção *a priori*, revestindo exteriormente as coisas e as recuperando melhor ou pior, como as teorias idealistas, mas ele é, ao contrário, a essência própria da realidade natural. As contradições dialéticas entre processos não são um artifício do pensamento, como desejariam os representantes modernos do indeterminismo científico. Elas são a realidade ela mesma e, à medida que o desvendamos, penetramos no conhecimento dessa realidade" (tradução minha).

(1) J.B.S. Haldane, prólogo de 1939 à "Dialética da Natureza" (Engels, 1991).

(2) *"O estudo das camadas da Terra já não é, no século XVIII, preocupação apenas dos teólogos que dissertam sobre o Dilúvio e a Criação do Mundo. Ela torna-se um cuidado dos industriais desejosos de utilizarem melhor os recursos do seu país. Mas já assim era, sem dúvida, nos séculos precedentes. /.../ Mas no século XVIII a exploração das minas conhecia um auge considerável devido ao crescimento das necessidades, ligado à revolução industrial"* (Gouhau, 1987).

(3) Deve ser discutida aqui a crítica efetuada por Lukács (1979b) a Engels: segundo o primeiro autor, a aplicação da categoria da negação à natureza, conquanto adequada em termos lógicos-abstratos, retiraria tal especificidade (a negação) enquanto categoria ontológica do ser social. Deve ficar claro no entanto que se tratam de categorias distintas: conforme ocorre na natureza, a negação exposta por Engels resulta de nexos causais, não podendo se confundir com a ação teleológica específica do ser social. Não são as mesmas, portanto, as particularidades da dialética da esfera natural e da esfera social. Isto é demonstrado por Engels (1991) ao rejeitar a transposição mecânica das características do mundo biológico para o comportamento humano: *"Dessa maneira, torna-se impossível qualquer transferência imediata das leis relativas à vida das sociedades animais para as humanas (...). Neste caso - no que diz respeito aos meios de desenvolvimento socialmente produzidos - são igualmente inaplicáveis as categorias do reino animal"*. Nas palavras de Coggiola (1995): *"A especificidade da história da sociedade humana é um momento dentro do conjunto das leis que regem o desenvolvimento da realidade natural e social"*; a diferença se dá com *"(...) a possibilidade, nesta última, da consciência dessas leis, com vistas a governar o futuro desenvolvimento, dentro dos limites impostos pela própria necessidade natural, que determina os limites da própria ação humana"*. Ou, conforme Rieznic (1995): *"(...) Engels disse de modo muito claro que a história da sociedade difere da história do desenvolvimento da natureza. Na história social atuam homens com sua própria paixão, seus interesses, sua consciência e vontade. Dito de outro modo, se trata de uma história humana, por oposição àquela pura e estreitamente 'natural'"* (tradução minha). Seja como for, o caráter dialético no exemplo de Engels é evidente, desde que não é possível a existência das "áreas fontes" (as camadas deformadas, soerguidas) e "bacias de sedimentação" fora de seu inter-relacionamento. Seja como for, o próprio Lukács (1988) reviu suas posições: *"Todavia, essa luta para dominar a dialética marxista prolongou-se por muito tempo (...). tudo isso me impedia de compreender, de modo correto e verdadeiro, o aspecto materialista da dialética no seu significado filosófico mais abrangente. O meu livro História e Consciência de Classe (1923) mostra muito claramente essa transição. apesar da tentativa, já consciente, de superar e "eliminar" Hegel através de Marx, problemas*

decisivos da dialética foram resolvidos nesta obra de maneira idealista (dialética da natureza, teoria do reflexo etc.). (...) o caráter total e unitário da dialética materialista se tornou claro em termos concretos para mim" (grifo meu).

(4) Lyell obviamente se refere ao que entendemos atualmente como objeto da Paleontologia.

(5) Fica claro portanto que o "conceito da natureza em contínuo movimento", proposto como fundamentação da Geologia de Engenharia (enquanto subdivisão disciplinar aplicada da Geologia), por Santos (1994), não é de forma alguma novo. Segundo as palavras desse autor: *"A filosofia da Geologia de Engenharia funda-se (...), em três conceitos essenciais. O primeiro, e certamente o conceito fundamental, é o conceito da natureza em contínuo movimento, segundo o que todo o meio físico geológico esteve, está e estará, permanentemente submetido a processos, sejam esses rápidos, lentos, globais, regionais ou locais, facilmente perceptíveis ou não. Decorrendo, então, que qualquer atividade humana interage com a dinâmica desses processos, em sua dimensão, em sua velocidade ou qualidade, quando não, gerando novos e diferenciados processos".* Em outras palavras, alterações de cadeias causais. Já o segundo conceito proposto pelo autor é o *"conceito do sentido do equilíbrio"*, nada mais na verdade que a tradução em termos geológicos do 2º Princípio da Termodinâmica. O terceiro conceito é o da *"imanência das características físicas"* dos materiais (ou seja, a impossibilidade de quebra da legalidade natural). ~~(ver para maior detalhamento o Apêndice 3).~~

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As presentes referências bibliográficas foram padronizadas conforme as normas da Revista Brasileira de Geociências (volume 24, número 2, 1994)

- ABREU, A.A. 1982. *Análise Geomorfológica: reflexão e aplicação*. São Paulo, 296 p. (Tese de Livre-Docência, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo).
- ABREU, A.A. 1986. Ação antrópica e propriedades morfodinâmicas do relevo na área metropolitana de São Paulo. *Orientação*, (Instituto de Geografia/Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo), (7): 35-38,
- ABREU, A.A. 1992. Do Pátio do Colégio ao Planalto Paulistano: problemas geomorfológicos emergentes do Município de São Paulo. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p.47-54.
- AB'SABER, A.N. 1957. *Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo*. São Paulo, FFCL / USP, 333 p., Boletim 219 (Geografia 12),
- AB'SABER, A.N. 1958. O Sítio urbano de São Paulo. In: Azevedo, A. org, *A Cidade de São Paulo*, São Paulo, AGB / Cia. Editora Nacional, p. 169-245.
- AB'SABER, A.N. 1961. O problema das paisagens originais do sítio urbano de São Paulo. *Notícia Geomorfológica*, 4(7/8): 52-55,
- AB'SABER, A.N. 1968. *Bases geomorfológicas para o estudo do Quaternário no Estado de São Paulo*. São Paulo, 212 p. (Tese apresentada ao concurso da Cadeira de Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo).
- AB'SABER, A.N. 1969a. *Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário*. São Paulo, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, *Geomorfologia* (18), p. 1-23,
- AB'SABER, A.N. 1969b. *O Quaternário na Bacia de São Paulo: estado atual dos conhecimentos São Paulo*,. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, *Geomorfologia* (8), p. 1-15.
- AB'SABER, A.N. 1969c. Uma revisão do quaternário paulista: do presente para o passado. *Revista Brasileira de Geografia*, 31 (4): 1-51,

AB'SABER, A.N. 1977. *Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical*. São Paulo, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, *Geomorfologia* (53), 19p.

AB'SABER, A.N. 1980. *Súmula geomorfológica do Planalto Paulistano*. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 33-36.

AB'SABER, A.N. 1984. Aspectos do planejamento do uso e ocupação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4, Belo Horizonte, 1984, *Anais...* Belo horizonte, ABGE, v.4, p. 221-234.

AB'SABER, A.N. 1985. A gestão do espaço natural (relembrando Caraguatatuba - 1967 - para compreender Cubatão -1985). *AU - Arquitetura e Urbanismo*, I, (3): 90-93,

AB'SABER, A.N. 1987. A Serra do Mar na região de Cubatão: avalanches de janeiro de 1985 (A ruptura do equilíbrio ecológico na Serra de Paranapiacaba e a poluição industrial). In: *SIMPÓSIO DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS*. Cananéia, 1987, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, v.2, p. 74-116.

A.I.G.I. ASSOCIATION INTERNATIONALE DE GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR 1992. Statuts de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur. *Lettre d'Information*, 19, Paris.

ALMEIDA, F.F.M. 1958. O Planalto Paulistano. In: Azevedo, A. org., *A Cidade de São Paulo*, São Paulo, AGB / Cia. Editora Nacional, p.113-167.

AMARAL, C. 1995. Revisão das ações administrativas para redução de desastres associados a escorregamentos no Rio de Janeiro. In: *SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 4, Águas de São Pedro, 1995, Boletim de Resumos... Águas de São Pedro, SBG-SP/UNESP, p. 36.

AUBERT, G. & BOULAIN, J. 1967. *La Pédologie*. 1^{re} éd., Paris, Presses Universitaires de France, 128pp.

AUGUSTO F^o, O.; NAKAZAWA, V.A.; MORETTI, R.S.; NUNES, C.M.; SANTORO, J. 1990. Situações de risco na região da Serra do Mar no Estado de São Paulo: áreas urbanas. In: *SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO*, 1, São Paulo, 1990, *Anais...* São Paulo, ABGE, p.352-358.

AUGUSTO F^o, O.; CERRI, L.E.S.; AMENOMORI, C.J. 1990. Riscos Geológicos: aspectos conceituais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, Anais... ABGE, p.334-341.

ÁVILA, I.G.; SUEMITSU, A.; MORETTI, A.O.; CHUNG, W.C.; PRANDINI, F.L.; SANTOS, M.T.N. 1987. Carta Geotécnica do Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, São Paulo, 1987, Anais... ABGE, v.2, p.389-398.

AYETHEY, J.K. 1991. The extent and effects of mass wasting in Ghana. *Bulletin I.A.E.G.* (43): 5-19,

BARROS, L.H.S & BRANDÃO, A.M.P.M. 1992. A pluviosidade - fator condicionante dos movimentos de massa na Serra da Carioca, Rio de Janeiro. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, Rio de Janeiro, 1992, Anais... ABMS/ABGE/PMRJ, v.II, p. 679-708.

BARROS, L.H.S. & PELOGGIA, A.U.G. 1993. Cartografia Geotécnica como fundamento para a recuperação de áreas urbanas degradadas: o exemplo da favela do Jardim Eliane, Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7, Poços de Caldas, Atas... ABGE, v. 2, p. 83-92.

BENVENUTO, C. & CUNHA, M.A. 1992. A estabilidade geotécnica de aterros sanitários. *Construção* (2314): 23-26,

BEUTTENMÜLLER, G. & PRADO, O. 1992. Riscos geológicos e a Cartografia Geotécnica do Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, Boletim de Resumos Expandidos... SBG, v.1, p. 121-122.

BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. 1965. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Boletim Paranaense de Geografia*, (16/17): 153-197,

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. 1965. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, (16/17): 117-153,

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. 1994. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. 1ª ed., Florianópolis, Ed. da UFSC, v.1, 425p,

- BLIGHT, G.E. 1991. *Theme lecture: Tropical processes causing rapid geological change*. In: Forster, A. et al. eds., *Quaternary Engineering Geology*. Londres, Geological Society Engineering Geology Special Publication nº 7, p. 459-471,
- BJORNBERG, A.S. 1992. Microestrutura dos solos. In: Negro, A. N. Jr et al. eds. *Solos da Cidade de São Paulo*, São Paulo, ABMF/ABEF, p.95-109.
- BRAUN, P.V.C.B.; FRANÇA, P.C.T.; GUERRA, M.O. 1990. Estimativa de risco nos diques dos botaforas do canal Pinheiros, São Paulo, S.P. SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, Anais... ABGE, p.78-90,
- CAILLEUX, A. & TRICART, J. 1956. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. *Annales de Géographie*, LVV (349): 162-186,
- CARNEIRO, C.D.R. 1983. *Análise estrutural do Grupo São Roque na faixa entre o Pico do Jaraguá e a Serra dos Cristais, SP*. São Paulo, 155 p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- CARVALHO, E.T. 1993. Reflexões sobre a natureza e gestão do risco geológico. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7, Poços de Caldas, 1993, Atas... ABGE, v.3, p. 63-68.
- CARVALHO, E.T. 1994. A contribuição da Geologia para a gestão em Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú, 1994, Boletim de Resumos Expandidos... SBG, v.1, p. 504-505.
- CASSETI, V. 1991. Ambiente e apropriação do relevo. 1a. ed., São Paulo, Ed. Contexto, 147p,
- CASTRI, F.D. 1980. O toque humano. *O Correio da Unesco*, 8 (7): 20-24,
- CERRI, L.E.S. & ALMEIDA, J.G.A. 1990. Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo: situações de risco. SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, Anais... ABGE, p.342-351,
- CERRI, L.E.S. & CARVALHO, C.S. 1990. Hierarquização de situações de risco em favelas do Município de São Paulo, Brasil - critérios e metodologia. SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, Anais... ABGE, p.150-157,
- DELINEAÇÃO E APROFUNDAMENTO TEMÁTICO DA GEOLOGIA DO TECNÓGENO DO MUN.DE S.PAULO

- CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; NUNES, C.N.; CARNEIRO, S.R.R.; MODESTO, R.P. 1990a. Plano preventivo de defesa civil para a minimização das conseqüências de escorregamentos na área dos bairros-cota e Morro do Marzagão, Município de Cubatão (SP) - Brasil.. SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, Anais... ABGE, p.381-395.
- CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; NUNES, C.N.; CARNEIRO, S.R.R.; MODESTO, R.P. 1990b. Plano preventivo de defesa civil para a minimização das conseqüências de escorregamentos em municípios da Baixada Santista e litoral norte do Estado de São Paulo. SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, Anais... ABGE, p.396-408,
- CERRI, L.E.S. 1992. Identificação, análise e cartografia de riscos geológicos associados a escorregamentos. CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, Rio de Janeiro, 1992, ABGE/ABMS,PMRJ, v.II, p. 605-617.
- CERRI, L.E.S. 1993. *Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes*. Rio Claro, 197 p. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista).
- CHASIN, J. 1995. Marx: Estatuto Ontológico e Resolução Metodológica. In: TEIXEIRA, F.J.S., *Pensando com Marx*, posfácio, São Paulo, Ed. Ensaio, p. 335-537.
- CHEMEKOV, Y.F. 1983. Technogenic deposits. INQUA CONGRESS, 11, Moscou, 1983, Abstracts... v.3, p. 62,
- CHIOSSI, N.J. 1980. Condições hidrogeológicas da Bacia Sedimentar de São Paulo. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, Publicação Especial, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 95-115,
- CHOWDHURY, R.N. 1988. Special Lecture: Analysis methods for assessing landslide risk - recent developments. In: BONNARD, C. ed., *Landslides: International Symposium on Landslides*, 5, Lausanne, 1988, Proceedings... v.1, p. 515-524, A.A. Balkema, Rotterdam.
- CITRONI, C.B. 1988. A nova mística das águas. *Jornal do Geólogo*, 11 (34): 7.
- COGGIOLA, O. 1995. *Engels, o segundo violino*. 1ª ed., São Paulo, Xamã Editora, 147p.

COSTA, L.M.FO, & VARGAS, E.A.Jr. 1985. Hydraulic properties. In: *Peculiarities of geotechnical behaviour of tropical lateritic and saprolitic soils: Progress Report (1982-1985)* São Paulo, ABMS, p.47-65.

COUTINHO, J.M.V. 1972. Petrologia do pré-cambriano em São Paulo e arredores. *Boletim IG*, (3): 5-99.

COUTINHO, J.M.V. 1980. Relações litológicas e estruturais da Bacia de São Paulo com o Pré-Cambriano circunvizinho. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, Publicação Especial,.. ABGE/SBG-SP, p. 15-23.

COUTINHO, J.M.V. 1989. Alguns aspectos sedimentológicos e tectônicos na área da Bacia de São Paulo. In: COIMBRA, A.M. et al., orgs. *Geologia da Bacia de São Paulo*, São Paulo, IG-USP/SBG, p.12-15.

COUTINHO, P.T. & NEGRO, A. Jr. 1995. Túneis não tripulados - Parte 2: o Slurry Pipe-Jacking. In: SIMPÓSIO SOBRE TÚNEIS URBANOS, São Paulo, 1995, Coletânea... São Paulo, ABGE/CBT, p.231-246.

COZZOLINO, V.M. 1980. Considerações sobre o conceito de camadas do ponto de vista geotécnico, na Bacia de São Paulo. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, Publicação Especial... ABGE-SBG-SP, p. 47-52.

COZZOLINO, V.M.; MARTINATI, L.R.; BUONO, A.V.D. 1994. Contribuição ao estudo dos movimentos tectônicos sin e pós-sedimentares na Bacia de São Paulo a partir de evidências observadas nas escavações do túnel da Eletropaulo. *Solos e Rochas*, 17 (1): 13-29.

CRUZ, P.T. 1973. *Estabilidade de taludes*. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 103p.

CRUZ, P.T. 1988. Estabilidade de taludes naturais - Premissas. In: ENCONTRO TÉCNICO: ESTABILIDADE DE ENCOSTAS. São Paulo, 1988, ABMS, p. 1-2.

CULSHAW, M.G.; CRIPPS, J.C.; BELL, F.G.; MOON, C.F. 1991. Engineering Geology of Quaternary Soils: I. Processes and properties. In: FORSTER, A. et al. eds. *Quaternary Engineering Geology*. Londres, Geological Society Engineering Geology Special Publication , 7, p. 3-5.

- DANTAS, A.S.L. 1990. *Geologia da Faixa São Roque e intrusivas associadas na região entre São Paulo e Mairiporã, Norte de São Paulo, SP*. São Paulo, 199 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- DAVIS, W.M. 1991. O Ciclo Geográfico. In: ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS, *Davis & De Martonne*, São Paulo, Seleção de Textos nº 19 (Geomorfologia), p. 9-27 (obra de 1889).
- DEARMAN, W.R. 1984. Engineering Geological maps and their contents. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 27, Moscou, 1984, *Proceedings...* Utrecht, VNU Science Press, v.17, p. 199-215.
- DELGADO, N. 1989. Economia e Agricultura no Brasil nas décadas de 70 e 80. In: *Políticas diferenciadas de desenvolvimento rural no Brasil*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), relatório inédito, 63p.
- De MARTONNE, E. 1991. O clima - fator do relevo. In: ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS, *Davis & De Martonne*, São Paulo, Seleção de Textos nº 19 (Geomorfologia), p. 33-47, (obra de 1913).
- DIACOV, V & COVALEV, S. 1965. *História da antigüidade (Primeiro volume: sociedade primitiva e oriente)*. 1a. ed., São Paulo, Ed. Fulgor, 343p.
- DOLFUS, O. 1991. *O espaço geográfico*. 5ª ed., Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 121p.
- D'ORSI, R.N. 1993. Metodologia de identificação e cartografia de riscos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7, Poços de Caldas, 1993, *Anais...* Poços de Caldas, ABGE, v.3, p. 69-74.
- ENGELS, F. 1931. *M.E. Dühring bouleverse la science (Anti-Dühring)*. Paris, Alfred Costes, 227p.
- ENGELS, F. 1952. *Dialectique de la nature*. Paris, Éditions Sociales, 364p.
- ENGELS, F. 1975. *Anti-Dühring*. 1ª. ed., Lisboa, Editorial Minerva, v.1, 268p.
- ENGELS, F. 1988. *A questão da habitação*. São Paulo, Ed. Acadêmica, 88p.
- ENGELS, F. 1991. *A dialética da natureza*. 5ª. ed., Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 238p.

- ERHART, H. 1956. *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Paris, Masson et Cie Éditeurs, 90p.
- ERHART, H. 1966. A teoria bio-resistática e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. *Notícia Geomorfológica*, 7(11): 51-58.
- FANNING, D.J. & FANNING, M.C.B. 1898. *Soil: morphology, genesis and classification*. New York, John Wiley & Sons, 395p.
- FERNANDES, A.; KAWAI, C.; GURDOS, C.; CARREGÃ, D.L.; SILVA, F.N.; VILLROTER, F.; BEUTTENMULLER, G.; TAKIYA, H.; MENEGASSE, L.; BARROS, L.; OLIVEIRA, M.A.; MOTTA, M.; DINIZ, M.; LANDGRAF JR., O.; PRADO, O.; SEPE, P.; NISHIMOTO, V.; NEWERLA, V. 1993. Detalhamento da Carta Geotécnica do Município de São Paulo. In: PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SECRETARIA DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE, *A Questão Ambiental Urbana: Cidade de São Paulo*, São Paulo, p. 381-388.
- FIGUEIREDO, R.B. 1995. *Engenharia Social - Soluções para áreas de risco*. São Paulo, Makron Books do Brasil, 251p.
- FIORI, A.P. 1994. Mapeamento de fatores de segurança para estudo da estabilidade de vertentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú, 1994, *Boletim de Resumos Expandidos...* Camboriú, SBG, v. 1, p. 528-530.
- FRANÇA, A. 1958. O quadro climato-botânico. In: AZEVEDO, A. coord., *A Cidade de São Paulo*, São Paulo, AGB/SP / Cia. Ed. Nacional, v.I, p.70-111.
- FREDERICO, C. 1995. O jovem Marx (1843-44: as origens da ontologia do ser social). 1ª ed., São Paulo, Cortez Editora, 212p,
- FRIES, C.K. 1974. Experiences with slides in decomposed schists and phyllites. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IAEG, 2, São Paulo, 1974, *Proceedings...* São Paulo, ABGE, v.2, p. (V-PC 2.1 a 2.13),
- FUJIMOTO, N.A. 1994. Programa de recuperação e consolidação geotécnica das áreas de risco dos assentamentos espontâneos da cidade de São Paulo. In: SOUZA, M.A.A. et al. eds., *Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura geográfica*. 2ª. ed., São Paulo, Ed. Hucitec/Anpur, p.217-226.

- GAMA, C.D. 1982. Avaliações probabilísticas da estabilidade de taludes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 7, Olinda/Recife, *Anais...* Olinda/Recife, ABMS, p.59-74,
- GERASIMOV, I.P. & VELICHKO, A.A. 1984. Complex paleogeographical atlases-monographs for the Anthropogene, and their prognostic value. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 27, Moscou, *Proceedings...* Utrecht, VNU Science Press, v.3, p. 129-154.
- GESP - GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO 1990. *Carta de aptidão física ao assentamento urbano (Guia de utilização 1:50.000)*, São Paulo, SHDU-SCTDE-EMPLASA-IPT, 51p.
- GOUHAU, G. 1987. *História da Geologia*. 1ª. ed. Men Martins, Publicações Europa-América, 204p.
- GUIDICINI, G. & NIEBLE, C.M. 1983. *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. 2ª ed. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 194p.
- HACHICH, W. & NADER, J.J. 1992. Correlações entre parâmetros. In: NEGRO Jr., A. et al. eds., *Solos da Cidade de São Paulo*. São Paulo, ABMS/ABEF, p. 181-192.
- HAHN, E. & KOSING, A. 1983. *A Filosofia Marxista Leninista*. 1ª ed., Lisboa, Edições Avante, 260p.
- HOLZ, H.H.; KOFLER, W.A.; ABENDROTH, W. 1969. *Conversando com Lukács*. 1a. ed., Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 218p.
- HASUI, Y. 1990. Geologia Estrutural Aplicada à Geotecnia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6 / CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 9, Salvador, 1990, *Anais...* Salvador, ABGE/ABMS, v.3, p. 1-12.
- HASUI, Y & CARNEIRO, C.D.R. 1980. Origem e evolução da bacia sedimentar. In: *Aspectos geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 5-13.
- HUNT, R.E. 1990. Judgement assessment of slopes in tropical climates. *Solos e Rochas*, 13(único): 45-64.

- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 1995. *Brasil: uma visão geográfica nos anos 80*. 1ª. ed. Rio de Janeiro FIBGE, p.,
- INFANTI, N. Jr.1976. Geologia de Planejamento: escopo e metodologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1, Rio de Janeiro, 1976, *Anais...* Rio de Janeiro, ABGE, v.3, p. 373-382.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1990. *Análise de risco em favelas críticas do Município de São Paulo - relatório final sobre a valiação de riscos*. São Paulo, IPT, Relatório nº 28648/DCC-AEG, v.1, parte 2.
- KEDROV, B.M. 1974. *Clasificación de las ciencias (I: Engels y sus predecesores)*. Moscou, Editorial Progreso, 514p.
- KOWALSKI, W.C. 1984. History of changes of geological environment under the influence of the activity of mankind. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 27., Moscou 1984, *Proceedings...* Utrecht, VNU Science Press, v. 17, p. 51-67.
- LEGGET, R.F. & HATHEWAY, A.W. 1988. *Geology and Engineering*. 3ª ed. Singapore,, McGraw-Hill International Editions, 613p.
- LEINZ, V. 1980. Histórico resumido das pesquisas geológicas da Formação São Paulo. In: *Aspectos geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 1-4.
- LUKÁCS, G. (s/d). *O trabalho como posição teleológica (capítulo da "Ontologia do ser social")*. Tradução de C. N. Coutinho (mimeogr.).
- LUKÁCS, G. 1978. *Introdução a uma estética marxista (Sobre a categoria da particularidade)*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ed. Civilização Brasileira, 298p.
- LUKÁCS, G. 1979a. *Ontologia do ser social (Os princípios ontológicos fundamentais de Marx)*. São Paulo, Livraria Editora Ciências Humanas, 171p.
- LUKÁCS, G. 1979b. *Ontologia do ser social (A falsa e a verdadeira ontologia de Hegel)*. São Paulo, Livraria Editora Ciências Humanas, 114p.
- LUKÁCS, G. 1988. Meu caminho para Marx. In: *Marx Hoje*, 2a ed. São Paulo, Ed. Ensaio, v.1, p.91 (artigo surgido em 1933).

- LYELL, C. 1990. *Principles of Geology*. Chicago, The University of Chicago Press, v.1, 511p. (facsimile da 1ª ed. inglesa)
- MACEDO, E.S.; CERRI, L.E.S.; OGURA, A.T.; MISHIMA, E.H.; ALMEIDA, J.G.A. 1992. Planos preventivos de defesa civil a escorregamentos: a experiência de sua operação no Estado de São Paulo e reflexões para a sua aplicabilidade em situações semelhantes em outros municípios brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG, v.1, p. 128-130.
- MARX, K. (1988). *O Capital - Crítica da Economia Política*. 3ª. ed. São Paulo, Nova Cultural, v.1, t.1., 287p. (Os Economistas).
- MARX, K. & ENGELS, F. 1993. *A ideologia alemã (I - Feuerbach)*. 9ª ed. São Paulo, Ed. Hucitec, 138p.
- MASSAD, F. 1980. Características e propriedades geotécnicas de alguns solos da Bacia de São Paulo. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 53-93.
- MASSAD, F.; PINTO, C.; NADER, J.J. 1992. Resistência e deformabilidade. In: NEGRO Jr., A. et al. eds. *Solos da Cidade de São Paulo*. São Paulo, ABMS/ABEF, p. 181-192.
- MATICHARD, Y. & POUGET, P. 1988. Pluviométrie et comportement de versants instables. In: BONNARD, C. ed. *Landslides: International Symposium on Landslides*, 5, 1988, Lausanne, *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema, v.1, p.725-730.
- MELFI, A.J. 1985. Characteristics, identification and classification of tropical lateritic and saprolitic soils for geotechnical purposes: characterization and identification. In: *Peculiarities of Geotechnical Behavior of Tropical Lateritic and Saprolitic Soils - Progress Report (1982-1985)*, São Paulo, ABMS, p. 9-20.
- MELO, M.S. & PONÇANO, W.L. 1983. *Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 74p. (publicação IPT nº 1364).
- MELO, M.S.; COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C. 1989. Evolução dos conhecimentos sobre a Geologia da Bacia de São Paulo na década de oitenta. In: COIMBRA, A.M. et al., orgs. *Geologia da Bacia de São Paulo*, São Paulo, IG-USP/SBG, p.1-11.

- MENDES, J.C. 1984. *Elementos de Estratigrafia*. São Paulo, T.A. Queiroz Editor/EDUSP, 566p.
- MÉSZÁROS, I. 1981. *Marx: a teoria da alienação*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 303p.
- MÉSZÁROS, I. 1987. *A necessidade do controle social*. 2ª ed. São Paulo, Editora Ensaio, p.
- MORAES, A.C.R. 1994. *Meio ambiente e ciências humanas*. São Paulo, Ed. Hucitec, 100p.
- MOREIRA, R. 1990. *Formação do espaço agrário brasileiro*. São Paulo, Ed. Brasiliense, 83p.
- MORI, R.T. 1982. Comportamento de argilas pré-adensadas do terciário em taludes de corte da rodovia dos trabalhadores, em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 7, Olinda/Recife, 1982, *Anais...* Olinda/Recife, ABMS/ABEF, v.1, p. 128-138.
- MORI, R.T. 1992. Oscilações dos níveis freáticos e as repercussões na ocupação urbana. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p.227-240.
- NAKAYAMA, H. & MIURA, Y. 1987. Relation between physical properties of soils and effects of chemical stabilization. In: BALASUBRAMANIAM et al. eds. *Environmental Geotechnics and problematic soils and rocks*. Rotterdam, Balkema, p. 207-213.
- NAKAZAWA, V.A. & CERRI, L.E.S. 1990. Os escorregamentos ocorridos em Petrópolis - RJ em fevereiro de 1988: ações emergenciais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, *Anais...* São Paulo, ABGE, p.325-333.
- NAKAZAWA, V.A.; PRANDINI, F.L.; SANTOS, A.R.; FREITAS, C.G.L. 1991. Cartografia geotécnica: a aplicação como pressuposto. SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo, 1991, *Atas...* São Paulo, SBG, p.329-336.
- NAKAZAWA, V.A.; SOUZA, N.C.D.C.; ALMEIDA, M.C.; FREITAS, C.G. 1992. Aspectos metodológicos do diagnóstico da erosão e assoreamento nas bacias dos rios Tietê e Pinheiros na região Metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos*, São Paulo, SBG, v.1, p. 50-51.

- NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; DINIZ, N.C. 1994a. Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (Escala 1:500.000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú, 1994, *Boletim de Resumos Expandidos...* Camboriú, SBG, v.3, p. 329-330.
- NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; DINIZ, N.C. 1994b. *Carta Geotécnica do Estado de São Paulo - Escala 1:500.000*. 1ª. ed., São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2 vols, mapas (Publicação IPT 2089).
- NIEBLE, C.M.; CORNIDES, A.T.; FERNANDES, J.R. 1982. Escorregamentos remontantes originados por estruturas reliquias em saprolitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 7, Olinda/Recife, 1982, *Anais...* Olinda/Recife, ABMS, v. 1, p. 143-153.
- NIEBLE, C.M. 1995. Túneis em Rocha. In: SIMPÓSIO SOBRE TÚNEIS URBANOS, São Paulo, 1995, *Coletânea...* São Paulo, ABGE/CBT, p.69-80.
- NOGAMI, J.S. & ALVAREZ, L. NETO. 1992. Pavimentação. In: NEGRO, A. Jr. et al. eds. *Solos da Cidade de São Paulo*, São Paulo, ABMS/ABEF, p.203-215.
- OGUNSANWO, O. 1991. Influence of schistosity on the strenght and wave velocity characteristics of a micaxist saprolite. *Bulletin I.A.E.G.* (43): 75-79.
- OGURA, A.T.; OHNUMA, C.S.; MACEDO, E.S.; SILVA, F.L.M.; VASCONI, M.E.R.M.; MOYA, M.M. 1992a. Situações de risco a escorregamentos no litoral paulista: atendimentos emergenciais do plano preventivo de defesa civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos*, São Paulo, SBG, v.1, p. 125-127.
- OGURA, A.T. 1995. Análise de riscos geológicos em planos preventivos de defesa civil. In: *Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente - DIGEO - IPT*, São Paulo, ABGE, p. 203-212.
- OLIVEIRA, A.M.S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6, Salvador, 1990, *Atas...* Salvador, ABGE, v.1, p. 411-415.
- OLIVEIRA, A.M.S.; QUEIROZ, J.P. NETO; CARLSTRON, C. FO; SALOMÃO, F.X.T.; KERTZMAN, F.F. 1992. Depósitos tecnogênicos do Planalto Ocidental Paulista:

- exemplos de Andradina e Bauru. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 3, Belo Horizonte, 1992, *Anais...* Belo Horizonte, ABEQUA, p. 88-95.
- OLIVEIRA, A.M.S. 1994. *Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/RJ*. São Paulo, vol. 1, 211 p. (Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo),
- OLIVEIRA, A.M.S. 1995. A abordagem geotecnogênica: a Geologia de Engenharia no Quinário. In: *Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente - DIGEO - IPT*, São Paulo, ABGE, p. 231-241.
- OLIVEIRA, M.A. & MARTINS, L.A.M. 1994. A metrópole e a Geologia: exemplos do Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú, 1994, *Boletim de Resumos Expandidos...* Camboriú, SBG, v.1, p.531-532.
- OLIVEIRA, M.C. & FIGUEIRÓA, S.F.M. 1984. Enchentes em São Paulo, um problema do século passado (Comentário do relatório de 1887 do Eng^o Bianchi Betoldi). *Revista IG*, 5 (1/2): 55-58.
- OSTREGA, B. 1988. Stability of anisotropic soil slopes. In: BONNARD, C. ed., *Landslides: International Symposium on Landslides*, 5, 1988, Lausanne, *Proceedings...* Rotterdam, A. A. Balkema, v.1, p. 741-742.
- OWEIS, I.S. 1993. Stability of landfills. In: DANIEL, D.E. ed., *Geotechnical practices for waste disposal*. Londres, Chapman & Hall, p. 244-268.
- PAPADOPOULOS, Z. & MARINOS, P. 1992. On the anisotropy of the Athenian Schist and its relation to weathering. *Bulletin I.A.E.G.*, (45): 111-116.
- PASTORE, E.L. & CRUZ, P.T. 1993. *Resistência ao cisalhamento de solos saprolíticos*. São Paulo, IPT, 29p. (Publicação 2052, Comunicação Técnica).
- PELLEGRINI, G.C. 1982. *Bom Juá: um estudo de geografia urbana (periferias urbanas no terceiro mundo)*. Salvador, Associação dos Moradores do Bom Juá, Salvador, 78p.
- PELOGGIA, A.U.G.; SILVA, F.A.N.; TAKIYA, H.; BARROS, L.H.S.; FUJIMOTO, N.A.; FIGUEIREDO, R.B. 1992. Riscos geológicos e geotécnicos em áreas de precária ocupação urbana no Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Roteiros das Excursões...* São Paulo, SBG, v. 11, 24p.
- DELINEAÇÃO E APROFUNDAMENTO TEMÁTICO DA GEOLOGIA DO TECNÓGENO DO MUN.DE S.PAULO

- PELOGGIA, A.U.G. 1992. Cartografia Geotécnica aplicada a projetos de urbanização de favelas no Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG, v.1, p. 54-55.
- PELOGGIA, A.U.G. 1993. Geologia e os problemas habitacionais em São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓLOGOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (ENGAP/93), Guarulhos, 1992, *Publicação do Evento* (brochura), Guarulhos, SIGESP/CMG, 21p.
- PELOGGIA, A.U.G. 1994a. As coberturas remobilizadas: depósitos tecnogênicos de encostas urbanas no Município de São Paulo. *Solos e Rochas*, 17 (2): 125-129.
- PELOGGIA, A.U.G. 1994b. O problema da "quantificação" na análise de riscos geológicos urbanos: questão de teoria e método. *Jornal do Geólogo* 17 (41): 3-4.
- PELOGGIA, A.U.G. & SILVA, F.A.N. 1994. Escorregamentos induzidos e ocupação de encostas: um aspecto de Geologia Urbana no Município de São Paulo (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 38, Camboriú, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* Camboriú, SBG, v.1, p.510-513.
- PERRUSSET, A. 1981. Glissements de terrain et aménagement du territoire: principes de réalisation d'une carte previsionnelle des risques quantifiés. *Bulletin I.A.E.G.*, (23): 7-10.
- PINTO, C.S. & MASSAD, F. 1972. Resistência ao cisalhamento dos solos variegados de São Paulo. *Revista Politécnica*, 71 (176): 35-44.
- P.M.P.A. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE) 1994. *Contribuição ao Seminário "Gerenciamento de Áreas de Risco no Município de Porto Alegre"*. Porto Alegre, PMPA, 13p (Folheto mimeografado).
- P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO) 1985. *Qualidade Ambiental*. São Paulo, P.M.S.P., 31p (Série Documentos).
- P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO) 1992a. Política ambiental e gestão da cidade. In: *Cadernos*

de Planejamento, São Paulo, Diário Oficial do Município de São Paulo (Suplemento), ano 37, nº 243 (24/12/92), 24p.

P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DA HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO) 1992b. *Relatório de Gestão (Programa de ação nas áreas de risco em favelas, atendimento à emergência e verba de atendimento habitacional)*. São Paulo, PMSP, Relatório Interno, vol. XIII, 24p, anexos.

P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DA HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO) 1992c. *Atualização do número de favelas e seus domicílios e da população favelada do Município de São Paulo*. São Paulo, PMSP, Superintendência de Habitação Popular (HABI), Divisão Técnica de Planejamento, Relatório Interno, 16p, anexos.

P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DA HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO) 1992d. *Risco Geotécnico em Ocupação Urbana: Manual de Segurança*. São Paulo, PMSP, Relatório Interno, São Paulo, 125p.

P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO) 1994. *Relatório final do G.T. de Detalhamento da Carta Geotécnica do Município de São Paulo*. São Paulo, PMSP, 20p, anexos (publicação interna).

P.M.S.P. (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DAS ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS) 1995. *Áreas de risco do Município de São Paulo: setembro/94 a março/95*. São Paulo, PMSP, Relatório Interno, 71p.

PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, v.1, 94p. (Publicação IPT nº 1183, Monografias 5).

PRADO, C. Jr. 1968. *Notas introdutórias à lógica dialética*. 3ª ed., São Paulo, Editora Brasiliense, 264p.

PRADO, C. Jr. 1989. *A cidade de São Paulo: Geografia e História*. 2ª ed., São Paulo, Ed. Brasiliense.

PRADO, O. & BEUTTENMÜLLER, G. 1992. A recomposição vegetal como fator de eliminação de risco em áreas de grande declividade. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG, v.1, p. 109-110.
- PRANDINI, F.L.; GUIDICINI, G.; GREHS, S.A. 1974. *Geologia Ambiental ou de Planejamento*. In: *Seleção de textos nº 2*, São Paulo, 1977, Associação dos Geógrafos Brasileiros, São Paulo, p. 31-57.
- PRANDINI, F.L. 1976. O Brasil e a geologia no planejamento territorial e urbano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1, Rio de Janeiro, 1976, *Anais...* Rio de Janeiro, ABGE, v.3, p. 354-370.
- PRANDINI, F.L. 1985. Meio físico e o planejamento urbano. In: JORNADA UNIVERSITÁRIA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2, São Paulo, 1985, *Resumos das Palestras...* São Paulo, ABGE/IG-USP, 6p (mimeografado).
- PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; CUNHA, M.A. 1990. Prevenção e controle de acidentes geológicos no Brasil: perspectivas e estratégias. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, *Anais...* São Paulo, ABGE, p. 370-380.
- PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; CAMPANÁRIO, M.A. 1992. Cartografia Geotécnica da Grande São Paulo. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p.241-250.
- PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; SOUZA, N.C.D. 1993. As cidades e o meio físico. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓLOGOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (ENGAP/93), Guarulhos, 1993, *Publicação do Evento...* Guarulhos, SIGESP/CMG (brochura), 21p.
- PRANDINI, F.L. & NAKAZAWA, V.A. 1994. A contribuição das Geociências na viabilização das cidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú, 1994, *Boletim de Resumos Expandidos...* Camboriú, SBG, v.1, p. 501-502.
- PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; DINIZ, L.C. 1995. Cartografia Geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: *Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente*, ABGE/IPT, São Paulo, ABGE, p. 187-202.
- PUPO, G. & LOPES, J.B. 1993. Urbanização de favelas: interação Geologia de Engenharia e Urbanismo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7, Poços de Caldas, 1993, *Anais...* Poços de Caldas, ABGE, v.2, p.191-200.

- REGO, L.F.M. 1933. As formações cenozóicas de São Paulo. *Anuário da Escola Politécnica de São Paulo* (II Ano, 2ª. série,): 231-267.
- RICCOMINI, C. 1989. *O Rift continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo, 265 p (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- RICCOMINI, C. & COIMBRA, A.M. 1992. Geologia da Bacia Sedimentar. In: NEGRO, A. et al. eds. *Solos da Cidade de São Paulo*, São Paulo, ABMS/ABEF, p.37-94.
- RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M.; TAKIYA, H. 1992. Tectônica e sedimentação na Bacia de São Paulo. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p.21-45.
- RIEDEL, P.S.; RODRIGUEZ, J.E.; MATTOS, J.T.; MAGALHÃES, F.S. 1995. A influência das estruturas geológicas em instabilidades de taludes em saprolitos - uma abordagem regional. *Solos e Rochas*, 18 (3): 139-147.
- RIEZNIK, P. 1995. Engels, ciencia y socialismo. *En Defensa del Marxismo*, 4 (8): 17-23.
- ROCHA, G.A. 1992. Água e vida na cidade de São Paulo. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p.195-208.
- ROCHA, H.C. & CELESTINO, T.B. 1992. Conhecimentos recentes sobre a Bacia de São Paulo e o projeto e construção de túneis. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p.97-113.
- RODRIGUES, A.M. 1991. *Moradia nas cidades brasileiras*. São Paulo, Ed. Contexto, 72p.
- RODRIGUES, J.E.; ZUQUETTE, L.V.; GANDOLFI, N. 1993. Mapeamento geotécnico da região centro-leste do Estado de São Paulo. In: *Solos do Interior de São Paulo*, São Carlos, ABMS/SP e EESC-USP, p.59-73.
- RODRIGUEZ, S.K. & FIGUEIRA, R.M. 1992. O uso da projeção esférica na análise de estabilidade do aterro sanitário de Vila Albertina, São Paulo - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG, v.1, p.48-49.

- ROLNIK, R.; KOWARIK, L.; SOMEKH, N. (editores) 1991(?). *São Paulo: crise e mudança*. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Planejamento e Editora Brasiliense, 215p.
- ROLNIK, R. 1992. Política ambiental e gestão da cidade (Apresentação). In: Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Planejamento, *Cadernos de Planejamento*, Diário Oficial do Município de São Paulo, ano 37, nº 243 (Suplemento), 24p. (24/12/92).
- ROSA, F.S. 1980. O planejamento urbano na região metropolitana da grande São Paulo. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 155-168.
- ROSS, J.L.S. 1991. *Geomorfologia - Ambiente e Planejamento*. 2ª ed., São Paulo, Editora Contexto, 85p.
- ROSS, J.L.S. 1992. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia* 6: 17-29 (FFLCH-USP).
- ROUGERIE, G. 1971. *Geografia das Paisagens*. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 133p.
- RTM GERENCIAMENTO E CONSULTORIA LTDA (1992). *Aterro sanitário da Vila Albertina, São Paulo: parecer técnico sobre as condições atuais e diagnóstico de risco*. Superintendência de Habitação Popular da Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano da PMSP, *Relatório Inédito*, 5p, São Paulo.
- SADOWSKI, G.R. 1989. Considerações geomecânicas sobre as "argilas" terciárias da Bacia de São Paulo. In: COIMBRA, A.M. et al., (orgs.), *Geologia da Bacia de São Paulo*, São Paulo, IG-USP/SBG, p.38-39.
- SAMPAIO, A.F.C.; PIVETTI, J.L.; BOTTER, M.A. 1992. Problemas geotécnicos em obras de galerias urbanas - a reconstrução da galeria sob a Avenida Nove de Julho. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, p. 115-132.
- SANTOS, A.R. 1976. Por menos ensaios e instrumentações e por uma maior observação da natureza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, Rio de Janeiro, 1976, *Anais...* Rio de Janeiro, ABGE, v.1, p.177-185.

- SANTOS, A.R. 1994. *Fundamentos filosóficos e metodológicos da Geologia de Engenharia*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Comunicação Técnica, 5p (Publicação IPT nº 2088).
- SANTOS, A.R. & NAKAZAWA, V.A. 1992. Erosão e assoreamento na RMSP. IN: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, p.177-194.
- SCHMIDELL, W. & VITORATTO, E. 1992. O desafio do lixo urbano. *Revista Politécnica*, (204-205):40-42.
- SERGEEV, E.M. 1984. Theoretical fundamentals and problems of Engineering Geology. In: INTERNACIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 27, Moscou, 1984, *Proceedings...* VNU Science Press, Utrecht, v.17, 35-49.
- SILVA, F.A.N. & PELOGGIA, A.U.G. 1994. A importância da investigação geológico-geotécnica como fator de economia em obras: um caso de estudo de estabilidade de taludes em conjunto habitacional de São Paulo (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Camboriú, 1994, *Boletim de Resumos Expandidos*, Camboriú, SBG, v.1, p. 524-525.
- SINGER, P. 1990. *Economia política da urbanização*. 12ª. ed., São Paulo, Ed. Brasiliense, 152p.
- SIVAPULLAIAH, P.V. & SRIDHARAN, A. 1987. Effect of polluted water on the physico-chemical properties of clayey soils. In: BALASUBRAMANIAM *et al.* eds., *Environmental Geotechnics and problematic soils and rocks*. Rotterdam, Balkema, p. 179-190.
- SOUZA, C.D. (Coord.) 1995. *Manual Técnico em Pedologia*. Rio de Janeiro, IBGE, 104p (Série Manuais Técnicos em Geociências, 4).
- SOUZA, N.C.D.C. & ZUQUETTE, L.V. 1991. Mapeamento Geotécnico com base em perfis típicos de alteração para caracterização de unidades de terreno. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo, 1991, *Atas...* São Paulo, SBG/SP-RJ, p.345-352.
- SOUZA, N.C.D.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; ALMEIDA, M.C.J.; PRANDINI, F.L. 1992. A Carta Geotécnica do Estado de São Paulo como subsídio do meio físico à gestão planejada do território. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG, v.1, p. 43-44.
- DELINEAÇÃO E APROFUNDAMENTO TEMÁTICO DA GEOLOGIA DO TECNÓGENO DO MUN.DE S.PAULO

- SRIDHARAN, A. & SIVAPULLAIAH, P.V. 1987. *Engineering behaviour of soils contaminated with different pollutants*. In: BALASUBRAMANIAM et al. eds., *Environmental Geotechnics and problematic soils and rocks*. Rotterdam, Balkema, p. 165-178.
- SUGUIO, K. 1980. Síntese dos conhecimentos sobre a sedimentação da Bacia de São Paulo. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 25-32.
- SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. 1990. *Ambientes Fluviais*. 2ª ed., Florianópolis, Editora da UFSC/ Editora UFPR, 183p.
- SUGUIO, K. 1995. Geologia do Quaternário e a Geologia Ambiental. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, Águas de São Pedro, 1995, *Boletim de Resumos...* Águas de São Pedro, SBG/UNESP, p.20.
- TAKIYA, H. 1991. *Aplicação de métodos quantitativos espaciais a dados geológicos da Bacia de São Paulo*. São Paulo, 109 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- TAKIYA, H.; PEREIRA, G.M.R.; ROSA, F.V.T.; PELOGGIA, A.U.G.; BARROS, L.H.S.; SEPE, P.M. 1992. Análise de situações de risco geológico-geotécnico em áreas de precária ocupação urbana na região de Campo Limpo, Município de São Paulo (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG, v.1, p. 124-125.
- TARDY, Y. 1992. Diversity and terminology of lateritic profiles. In: MARTINI, I.P. & CHESWORTH, W. eds., *Weathering, Soils & Paleosols*. Amsterdam, Elsevier, p. 379-405.
- TARDY, Y. & ROQUIN, C. 1992. Geochemistry and evolution of lateritic landscapes. In: MARTINI, I.P. & CHESWORTH, W. eds., *Weathering, Soils & Paleosols*. Amsterdam, Elsevier, p. 407-433.
- TASCHNER, S.P. 1996. São Paulo 90: em busca de local onde morar. In: Câmara Municipal de São Paulo, *Relatório Final da Comissão Especial de Estudos de Habitação no Município de São Paulo*. São Paulo, Diário Oficial do Município de São Paulo, Ano 41, nº5, (09/01/96), Suplemento, p. 28-31.
- TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERRI, L.E.S.; ROCHA, M.C.M. 1987. Análise de correlação entre chuvas e escorregamentos - Serra do Mar, Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, São Paulo, 1987, *Anais...* São Paulo, ABGE, v.2, p. 225-236.

- TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERRI, L.E.S.; ROCHA, M.C.M. 1987. Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicado às encostas da Serra do Mar no Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, São Paulo, 1987, *Anais...* São Paulo, ABGE, v.2, p. 237-248.
- TAVEIRA, L. 1993. Geologia e Geotecnia na recuperação de loteamentos no Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7, Poços de Caldas, 1993, *Anais...* Poços de Caldas, ABGE, v.2, p. 233-244.
- TAVEIRA, L.; BARROS, L.H.S.; SEPE, P.M.; BACIC, R.F. 1993. Jardim Corisco: exemplo de aplicação da Cartografia Geotécnica no Município de São Paulo. In: Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, *A Questão Ambiental Urbana: Cidade de São Paulo*, São Paulo, p. 341-348.
- TER-STEPANIAN, G. 1988. Beginning of the Technogene. *Bulletin I.A.E.G.*, (38): 133-142.
- TERZAGHI, R.D. 1965. Sources of error in joint surveys. *Geotechnique*, 15: 287-304.
- TORRES, S.L.; ITO, I.S.; CITRONI, E.M.G.; SOARES, L. 1995. Sismos induzidos por barragens. *O Empreiteiro*, (326): 29-34.
- TRICART, J. 1956. La géomorphologie et la pensée marxiste. *La Pensée*, (69): 55-76,
- TRICART, J. 1965. *Principes et methodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson et Cie. Éditeurs, 496p.
- TURCQ, B. & MELO, M.S. 1989. O Quaternário na área da Grande São Paulo. In: COIMBRA, A.M. et al. orgs., *Geologia da Bacia de São Paulo*, São Paulo, IG-USP/SBG, p.64-70.
- UNESCO 1976. Terremotos provocados pelo homem. *O Correio da Unesco*, 4(7): 23.
- VAISMAN, E. 1989. A ideologia e sua determinação ontológica. *Ensaio*(17/18): 399-444.

- VARGAS, M. 1978. *Introdução à Mecânica dos Solos*. São Paulo, Ed. McGraw-Hill, 509p.
- VARGAS, M. 1980. Geotecnia do Terciário de São Paulo - Histórico. In: *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, São Paulo, ABGE/SBG-SP, p. 37-45.
- VARGAS, M. 1981. As lições dos escorregamentos da Serra do Mar. In: *ENCONTRO TÉCNICO: ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES*, São Paulo, ABMS, p. 1-17.
- VARGAS, M. 1992. Evolução dos conhecimentos. In: NEGRO, A. et al. eds. *Solos da Cidade de São Paulo*, São Paulo, ABMS/ABEF, p.1-35.
- VÉRAS, M.P.B. & TASCHNER, S.P. 1990. Evolução e mudanças das favelas paulistanas. *Espaço & Debates*, (31): 52-71.
- VIEIRA, S.R.S.S. 1989. Estudo lito-estrutural da região de Embu-Guaçu - Parelheiros, São Paulo. São Paulo, 122 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo),
- WATSON, J. 1983. *Geology and Man: an introduction to applied earth science*. Londres, George Allen & Unwin, 150p.
- WHITTON, F.O.; HIRAI, P.K.; MARTINS, M.P.; MOISE, Z. 1993. Limitações e intransigências para a obtenção de novas áreas para a implantação de aterros sanitários. In: Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, *A Questão Ambiental Urbana: Cidade de São Paulo*, São Paulo, p.256-265.
- WOLLE, C.M. 1980. *Taludes naturais - Mecanismos de instabilização e critérios de segurança*. São Paulo, 345 p. (Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).
- WOLLE, C.M. 1981. Considerações de caráter metodológico sobre a estabilização de taludes. In: *ENCONTRO TÉCNICO: ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES*, São Paulo, ABMS, p. 18-48.
- WOLLE, C.M. 1985. Slope Stability. In: *Peculiarities of geotechnical behaviour of tropical lateritic and saprolitic soils - Progress Report (1982-1985)*. São Paulo, ISSMFE / ABMS, p. 164-214.
- WOLLE, C.M. 1988. *Análise dos escorregamentos translacionais numa região da Serra do Mar no contexto de uma classificação de mecanismos de*

instabilização de encostas. São Paulo, 406 p. (Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

WOLLE, C.M. 1992. Veias abertas na Serra. *Téchne*, 1 (1): 26-31.

WOLLE, C.M. & CARVALHO, C.S. 1989. Deslizamentos em encostas na Serra do Mar - Brasil. *Solos e Rochas*, 12 (único): 26-36.

WOLLE, C.M. & SILVA, L.C.R. 1992. Taludes. In: NEGRO, A. *et al.* eds. *Solos da Cidade de São Paulo*, São Paulo, ABMS/ABEF, p.249-277.

YASSUDA, C.T.; HORI, K.; ROCHA, H.C. 1992. Água do subsolo. In: NEGRO, A. *et al.* eds. *Solos da Cidade de São Paulo*, São Paulo, ABMS/ABEF, p. 111-140.

ZUQUETTE, L.V.; GANDOLFI, N.; PEJON, O.J. 1990. O mapeamento geotécnico na previsão e prevenção de riscos geológicos em áreas urbanas. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo, 1990, *Anais...* São Paulo, ABGE, p. 305-315.

APÊNDICES

DISCUSSÕES DE ARTIGOS RECENTES

APÊNDICE 1

Discussão do artigo "A TEORIA E A PRÁTICA EM GEOLOGIA É O ETERNO RETORNO", de Carneiro *et al.* (1993), em alguns aspectos selecionados

No artigo em epígrafe, recentemente publicado na Revista Brasileira de Geociências (vol.23, nº 4), vemos tratados *en passant* dois aspectos de grande interesse filosófico, os quais merecem uma discussão mais aprimorada. Passaremos a examiná-los separadamente a seguir.

A AÇÃO GEOLÓGICA DO HOMEM

O artigo em análise contrapõe, em um parágrafo, dois pontos de vista radicalmente diferenciados sobre a significância do papel da ação do homem sobre a natureza: por um lado aquele que considera a efetividade e importância dos efeitos geológicos da ação humana, representada por um trabalho de Ter-Stepanian surgido em 1988 (trata-se provavelmente de "Beginning of the Technogene", publicado no *Bulletin I.A.E.G* nº 38); e outro que, nos termos colocados pelos autores citados, tenta minimizar-lhe a importância, em função de uma suposta "limitação temporal". Tal opinião, cujo representante evocado é S.J. Gould, através de sua obra "Seta do Tempo, Ciclo do Tempo: Mito e Metáfora na Descoberta do Tempo Geológico", é apropriada e ratificada pelos autores citados: "Isso obriga-nos a aceitar que existe, naquela forma de enxergar a dinâmica dos fenômenos mais recentes (quaternários), um certo orgulho ingênuo e uma supervalorização da condição humana".

De pronto cabe ressaltar que, ao contrário do que inadvertidamente supõem os autores, não se trata de "um certo orgulho ingênuo" ou qualquer "supervalorização" insustentada da condição humana. Trata-se de uma postura teórica de cunho filosófico materialista e muito bem fundamentada na realidade.

Podemos facilmente verificar que, em essência, a desqualificação da atividade humana levada a cabo por Gould e ratificada pelos autores citados é feita simplesmente de modo quantitativo. Ainda mais, baseia-se em um esdrúxula concepção metafísica (aqui entendida no sentido que lhe atribui Engels, ou seja, em oposição à dialética) por ele denominada de "tempo profundo", como se os grandes períodos de tempo tivessem, em si e por si só, uma diferenciação que os alçasse a categoria especial, independentemente dos registros preservados dos fatos ocorridos no decorrer desses tempos. Lembrando as palavras de Lukács (*in* Holz *et al.*, 1969): "o 'tempo', na verdade, é uma categoria ontológica inteiramente geral (...)" (grifo meu).

Ressalte-se que a definição de períodos geológicos (os quais, conforme Lukács, referem-se a *mudanças ou estabilidades estruturais de matéria e movimento*) cada vez mais curtos conforme mais novos é plenamente justificável, e nem poderia ser de outra forma, visto que a preservação do registro é mais completa e detalhada. Trata-se de um conhecimento reflexivo

plenamente ajustado à realidade objetiva: onde há mais informações, há mais detalhamento teórico.

Em resumo, a posição teórica explicitada pelos autores tem duas conseqüências e possibilidades, não mutuamente excludentes:

- 1) Cair em um grosseiro determinismo naturalista, considerando a história humana um mero prolongamento da história natural;
- 2) Declarar o desenvolvimento (em sentido filosófico) apenas uma transformação, como vimos, quantitativa, negando o surgimento de novas qualidades; na verdade trata-se de uma concepção metafísica do desenvolvimento, uma adaptação do pensamento metafísico aos fatos da ciência.

Ressaltamos que a posição que reconhece a ação humana como qualitativamente diferenciada sustenta-se perfeitamente na concepção materialista dialética do desenvolvimento: *"um movimento em linha ascendente, em cujo decurso surgem novas qualidades e se realiza uma transição irreversível de qualidades inferiores para superiores, de qualidades mais simples para qualidades mais complexas. [Trata-se de um] automovimento da matéria, cuja fonte e força motriz reside na própria matéria, nas suas contradições internas"* (Hahn & Kosing, 1983).

Como observou Watson (1983), a influência humana nos processos geológicos tem três características especiais: estende-se por quase todos os ambientes superficiais; opera em uma escala de tempo curta; e é, em princípio, sujeita a controle racional. Esta última característica decorre justamente do caráter essencialmente diferenciado da ação humana, o qual reside, precisamente, na transformação da natureza através da atividade produtiva, uma relação dialética que tem - utilizando uma categoria lukácsiana - o trabalho enquanto posição teleológica.

A "FORMA GEOMÉTRICA" DO DESENVOLVIMENTO.

Logo a seguir, vemos surpreendentemente no artigo de que tratamos uma postura radicalmente diferente dos autores, ao admitirem explicitamente o desenvolvimento, antes implicitamente negado pelas próprias conseqüências teóricas de suas posições. A começar pela citação do dialético Heráclito de Éfeso.

Neste momento, os autores defendem a concepção, tida como uma "visão evolucionista moderna", que admite o retorno a situações equivalentes mas não idênticas, substituindo então a representação do "ciclo" pela da "espiral helicoidal".

Na verdade, a concepção citada, ora aplicada em termos geológicos, é clássica no materialismo dialético, devendo-se a ninguém menos que Lênin: *"o desenvolvimento não ocorre em linha reta, antes pode ser comparado a uma espiral, porque os estádios já percorridos como que o são novamente, mas a um nível superior"* (Hahn & Kosing, 1983). Resta lamentar que os geólogos só agora dêem conta dessas concepções, freqüentemente desprezadas

por "ultrapassadas", e mesmo assim justapondo-as no mesmo debate a concepções tão contraditórias como as que vimos antes.

REFERÊNCIAS

HAHN, E. & KOSING, A. 1983. *A Filosofia Marxista Leninista*. Lisboa, Edições Avante, 260p.

HOLZ, H.H.; KOFLER, W.A.; ABENDROTH, W. 1969. *Conversando com Lukács*. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 218pp.

WATSON, J. 1983. *Geology and man: an introduction to applied earth science*. London, George Allen & Unwin, 150p.

APÊNDICE 2

Discussão do artigo "INFLUÊNCIA DAS ESTRUTURAS GEOLÓGICAS EM INSTABILIDADES DE TALUDES EM SAPROLITOS - UMA ABORDAGEM REGIONAL", de Riedel *et al.* (1995).

No trabalho aqui discutido, publicado na revista SOLOS E ROCHAS (vol 18., 3) os autores propõem a avaliação dos condicionantes estruturais da estabilidade de taludes de corte, em horizontes de saprolitos derivados de rochas gnáissicas, o que se concretizaria *"através de uma abordagem regional, que visa fornecer subsídios a previsões de instabilidades em taludes já existentes ou futuros"*. Conforme os autores, *"trata-se de metodologia simples, de baixo custo, que poderia auxiliar o planejamento rodoviário"* (grifo meu).

A questão fundamental, que aqui já se acha delineada, é, portanto, e por assim dizer, "metodológica" (ou filosófica, se a entendermos em sentido amplo). Mas não em termos de procedimentos técnicos específicos tomados pelos autores para chegarem a seus objetivos. Trata-se sim da necessidade da discussão da concepção geral da "abordagem" proposta; o que propomos nessa curta discussão é a análise da justeza teleológica dessa abordagem, o que só pode se colocar portanto em relação à sua fundamentação ontológica.

Não é incomum que pesquisadores, e é justamente o que ocorre com o trabalho aqui discutido, no intuito de ordenar os fatos naturais através de construções lógicas, acabem simplificando de modo excessivo a própria natureza, ao proceder tal representação conceitual. Em suma, nossa tese é que, embora partindo de pressupostos essencialmente corretos - a influência das estruturas reliquias dos saprolitos na estabilidade de taludes -, a "abordagem regional" proposta pelos autores não se configura, por um lado, em um instrumento que possa "subsidiar previsões" de caráter localizado (por seu excesso de generalização) e, por outro lado, não abre um caminho que proporcione compreensão de situações singulares em função da generalização feita (por um excesso de detalhamento - que implica em rigidez - dentro da generalização).

A questão pode ser melhor compreendida em termos conceituais. Em síntese, o procedimento metodológico efetuado pelos autores consistiu na construção de uma generalização - concretizada no "mapa de forma estrutural" - efetuada a partir do reconhecimento e correlação de situações singulares (situações características, de traços irrepetíveis nesta mesma forma): as

instabilidades cadastradas de taludes de corte existentes e o levantamento de dados litoestruturais.

O busílis da questão vai se colocar justamente a partir daqui no, por assim dizer, “caminho de volta” da universalidade definida (lei geral aqui expressa no mapa citado) à sua aplicação às situações singulares (a única maneira na qual a “previsão de instabilidades” pode ter sentido: na sua expressão concreta em taludes existentes ou que possam vir a existir em locais determinados). Ocorre que essa passagem dialética do geral ao singular deve ser - tal como preconiza Lukács (1978) - necessariamente mediatizada por uma terceira categoria, a da particularidade (ou seja, o modo pelo qual as leis universais se especificam). Essa mediação corresponde, no caminho percorrido pelos autores, à definição de “setores”, segundo a “análise de direção média da foliação” (grifo meu); em síntese e essencialmente, um tipo de “unidade homogênea”, como se costuma falar em Cartografia Geotécnica. Assim, conforme os autores, as “possibilidades de novas instabilizações” (singularidades, portanto) foram avaliadas a partir da correlação de tais direções estruturais “médias” e as direções, também “médias”, das auto-estradas (locais de concentração da ocorrências de taludes de corte) nos respectivos setores.

Em síntese, está implícita nessa concepção que o comportamento espacial -a “atitude”- das estruturas tectono-metamórficas preservadas nos saprolitos segue e sempre repete a tendência regional, no caso “setorizada”, sem variações. Em suma, trata-se de um procedimento que tem como conclusão fundamental que o modelo geométrico de cada setor é imprescindível ao estudo da instabilidade de taludes. Com isso estabelece-se (tenham tido ou não os autores tal intenção) que o modelo de um setor seja válido para todas as situações.

Sendo assim, fica claro que a falha essencial no “método” se encontra justamente nessa passagem universal-singular, e se dá pela inadequação das particularidades. Explico-me. Ao falarmos em inadequação ressaltamos que a definição de modelos estruturais geométricos “médios” e “setorizados”, e - importante - na escala regional considerada, não será suficiente para caracterizar, de maneira igualmente suficiente, o comportamento das estruturas herdadas (e, devemos lembrar também, o sem número de demais características intervenientes na estabilidade de um talude) e, dessa forma, dar conta da “realidade” tal qual se apresenta nesse local.

Como sabem os geólogos com experiência de trabalho de campo em cinturões tectono-metamórficos (e como também certamente sabem os autores, embora não tenham utilizado tal informação), as tendências regionais (*trends*) das

estruturas sofrem perturbações de ordem suficiente, a nível de afloramento (dobras secundárias e parasitas, inflexões locais da foliação, falhas e zonas de cisalhamento de pequeno porte etc.) para colocar em dúvida qualquer previsão "regional".

O mesmo tema já foi ressaltado - e de modo muito mais enfático, pois trata de variações estruturais em um mesmo afloramento - por A.R. dos Santos, em seu artigo "Por menos ensaios e instrumentações e por uma maior observação da natureza": *"apesar dos maciços apresentarem normalmente direções estruturais preferenciais, algumas zonas se destacam por exibirem sistemas próprios isolados cujas causas são complexas e variadas (...). Deste modo, cada levantamento estrutural só é válido quando for corretamente restringido para uma zona individualizada do talude. Uma vez que isso não seja obedecido, (...) introduzimos enormes erros ao abrirmos a possibilidade inexistente de combinações de diferentes sistemas estruturais, ou ainda, ao sugerirmos a combinação de descontinuidades com amplitudes não similares"* (Santos, 1976). Nada temos a acrescentar.

A "possibilidade de previsão" preconizada pelos autores do artigo que aqui discutimos (na qual se encontraria portanto o caráter "aplicado" da abordagem), desse modo, se por um lado não dispensará estudos detalhados e localizados para caracterizar o comportamento dos taludes da forma como ocorrem, por outro, e pelo mesmo motivo, também não poderá dispensar da mesma análise nenhuma situação simplesmente por não ter sido prevista nenhuma instabilidade.

Finalizando, como iniciamos, em termos "metodológicos", ressaltamos que a abordagem proposta não propicia a constituição de abstrações razoáveis capazes de delinear o caminho para os objetivos propostos. Por outro lado, um mapa geológico, que seja em sua variação "lito-estrutural", desde que construído em escala adequada, certamente cumprirá satisfatoriamente tal missão.

REFERÊNCIAS

LUKÁCS, G. 1978. *Introdução a uma estética marxista (Sobre a categoria da particularidade)*. 2ª ed., Rio de Janeiro, Ed. Civilização Brasileira, 298p..

RIEDEL, P.S.; RODRIGUES, J.E.; MATTOS, J.T.; MAGALHÃES, F.S. 1995. *A influência das estruturas geológicas em instabilidades de taludes em saprolitos - uma abordagem regional*. Solos e Rochas, vol.18, n.3, p.139-147, São Paulo.

SANTOS, A.R. 1976. *Por menos ensaios e instrumentações e por uma maior observação da natureza.* In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, ABGE, 1, Rio de Janeiro, p. 177-185.