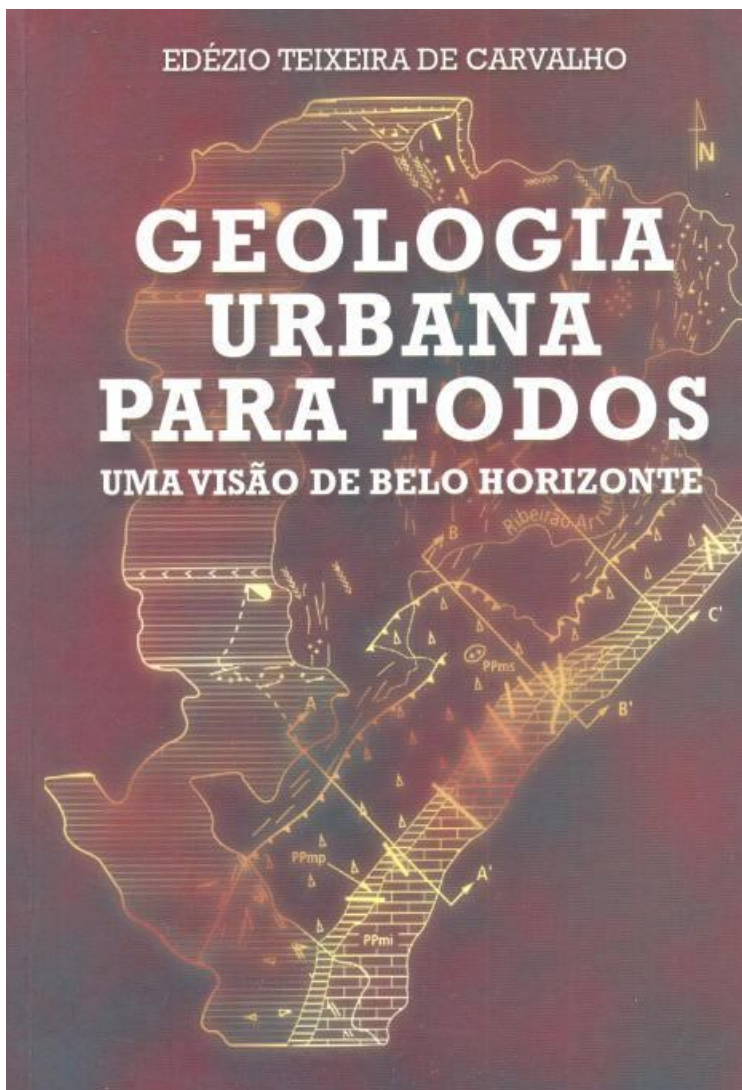


EDÉZIO TEIXEIRA DE CARVALHO

GEOLOGIA URBANA PARA TODOS

UMA VISÃO DE BELO HORIZONTE



2ª edição revisada

Belo Horizonte
2001

Coordenação editorial:
ELEONORA SANTA ROSA

Projeto gráfico:
SÉRGIO LUZ DE SOUZA LIMA

Produção:
ROSELI DE AGUIAR

Revisão:
MARIA DE LOURDES COSTA DE QUEIROZ

Digitalizado por Fábio Leite com autorização do autor.

Carvalho, Edézio Teixeira de.
Geologia urbana para todos: uma visão de Belo Horizonte – Belo Horizonte 1999.
176 p.

Dedico este livro

à dona Ducha e à Dona Diva, minhas professoras em Furquim,
à Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos – SICEG,
dos alunos da Escola de Minas,
ao jornalista Dídimo Paiva, Mensageiro da Opinião;

à memória de meus pais, do João e dos outros quatro;
a José Cosme e Hélcia;
aos meus treze irmãos;

às minhas mais íntimas razões de luta – Simone, Luciana, Juliana e Mariana

PREFÁCIO

Embora possa parecer a muitos dispensável, o prefácio vem se mantendo como uma das tradições mais duradouras da atividade editorial de todos os tempos.

No passado, em alguns tipos de publicação, a presença de um prefácio elaborado e erudito, produzido por uma grande autoridade intelectual, era condição essencial para a aceitação das referidas obras. Felizmente, houve uma grande evolução nesse domínio e, atualmente, esse formalismo perdeu muito de sua força. Não há mais um modelo rígido de prefácio, podendo este assumir, hoje, as mais variadas formas, inclusive aquela de uma reflexão informal e aberta sobre determinado trabalho intelectual.

Além disso, essa reflexão pode tomar a forma de uma apresentação que sirva de introdução geral ao pensamento e às conclusões fundamentais da obra.

É esse tipo de proposta que buscamos desenvolver nas linhas seguintes, subdividindo-a, como professor que nunca deixamos de ser, em três partes fundamentais e complementares: *o autor*, *a obra inovadora* e *os ensinamentos* mais importantes.

Embora de origens geográficas e de formações acadêmicas diferentes, por muitos anos tive a oportunidade feliz de conviver com o professor Edézio Teixeira de Carvalho. Essa convivência que, por longos períodos, foi cotidiana, deu-se no Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, principalmente durante os anos 80 e a primeira metade da década de 90. E essa convivência, que foi predominantemente profissional, assumiu duas feições qualitativamente diferentes. Na maior parte do tempo, era marcada ora pelos contatos intermitentes dos trabalhos didáticos e de pesquisa, ora por observação, cada vez mais atenta, daquele jovem professor de Geologia de Engenharia, em suas entusiasmadas intervenções, por ocasião das reuniões dos vários colegiados que ajudam a administrar as universidades. Uma outra forma de convivência, muito mais estreita e intensa, deu-se precisamente entre 1982 e 1986, quan-

do, pela convergência, às vezes aleatória, de processos da política universitária, vi-me como vice-diretor ao lado do professor Edézio Teixeira de Carvalho, que iria presidir os destinos do IGC-UFMG naquele período.

Esses dois tipos de convivência, e em particular a última, permitiram-me conhecer em profundidade o autor do presente livro.

Muitos adjetivos podem ser usados para qualificar o professor Edézio: o de um pesquisador e professor muito bem-sucedido; o de um intelectual que, além de competente em seu campo científico específico, tem procurado, com obsessão até, romper as barreiras interdisciplinares; e, como síntese, o de um homem bom e generoso. Tudo isso é verdadeiro. Porém, depois de muito refletir, penso que existe uma outra caracterização que serve para representar melhor esta personalidade. Para isso, lanço mão de uma expressão muito em voga em meus tempos de Ação Católica, nos anos 60, e cujo sentido de então tinha uma origem francesa. Do meu ponto de vista, o autor deste livro é o modelo do *homem engajado*. Isto significava uma pessoa consciente, fortemente comprometida com a realidade principalmente social e política de seu tempo. Hoje em dia esse compromisso continua a guardar toda a validade e, ainda mais, foi enriquecido de uma dimensão a mais. O homem, para ser verdadeiramente engajado hoje, em relação à sociedade, não pode deixar de sê-lo em relação à natureza e a todo o ambiente da Humanidade. O leitor deste livro não terá dúvida de que seu autor é um homem plenamente engajado, e isto nesta complexa virada de milênio.

Que livro é este produzido pelo engajamento de seu autor?

Trabalho acadêmico, em sentido estrito, certamente não é. Não é, também, um texto de divulgação acessível e popular de um conjunto de conhecimentos científicos complexos.

É possível que se trate de um trabalho que busque, em primeiro lugar, refletir sobre as conexões profundas que se tecem entre o campo de uma *geologia ampliada* e as realidades urbanas, em particular os problemas urbanos. É a defesa exacerbada de um papel mais protagonista do *geólogo-ambientalista* na identificação e na solução de uma parcela importante dos problemas urbanos presentes e futuros.

O livro é composto de um prólogo e de um epílogo, entremeados de 11 capítulos de grande densidade e instigação intelectuais.

No prólogo, dentre outros aspectos importantes, o autor afirma que sua atração pela "geologia" começa cedo, em uma região montanhosa do centro-sul de Minas, o que talvez tenha-lhe encaminhado para a Geologia enquanto profissão.

São, ainda, suas palavras no prólogo: "Este livro é para o engenheiro civil, profissional com quem mais tenho dividido o desafio geológico, e que reúne a essência do sentido de construir". Se isto é certo, não é menos certo que o livro interessa a todos que vivem na Cidade, que têm alguma parcela direta de responsabilidade em sua gestão, enfim a todos que amam a Cidade ou, pelo menos, sua cidade. E é nesse sentido que o autor explicita, em uma lista até longa, todos aqueles aos quais dedica sua obra.

No capítulo I, "O que é a Cidade?", o que se busca é muito menos uma definição do que uma reflexão sobre as estruturas que conformam a realidade urbana. Para o autor, a cidade é um construto complexo, organizado em três níveis estruturais: a *super-estrutura*, a *mesoestrutura* e a *infra-estrutura*, de que faz parte a "plataforma geológica".

O capítulo II, que tem por título "A Interação Antrópica", contempla os processos pelos quais o ambiente geológico transforma-se, pela ação antrópica, em "ambiente tecnogênico" e como, a partir daí, cada ambiente tecnogênico vai-se transformando em função das interações produzidas por uma ação humana que só tem se ampliado.

É dessas múltiplas possibilidades de interação que resultam as várias "Cidades" (ou estágios de desenvolvimento urbano) que conhecemos. E é de um certo padrão qualitativo dessas interações que pode, também (quem sabe?), resultar a "Cidade ideal" com que sonhamos.

O capítulo III trata da "Sustentabilidade" e, sobretudo, do papel dos "fatores geológicos" no conjunto dos fatores que fornecem a base e as condições dessa sustentabilidade. Ainda neste capítulo, aparecem as primeiras referências e conside-

rações sobre a importante questão dos "impactos ambientais".

No capítulo IV, o foco se verticaliza mais e se volta para "a geologia de Belo Horizonte". Ilustrado por algumas representações gráficas e cartográficas, desenvolve-se um detalhado estudo dos complexos e formações geológicas que constituem o embasamento de assoalho do "sítio" sobre o qual se assenta a aglomeração belo-horizontina.

No capítulo V, as informações e reflexões começam, novamente, a ampliar seu alcance, voltando-se para as múltiplas conexões da cidade e de seu ambiente geológico. São também ampliadas as considerações sobre os demais fatores de suporte da cidade, com destaque particular para o papel da água.

O capítulo VI volta-se para a noção fundamental da "cidade geossuportada", cuja discussão vai desembocar nas questões interligadas dos "riscos geológicos" e da necessidade dos "planejamentos de longo prazo".

A partir deste capítulo, os demais vão desenvolvendo, num crescendo de complexidade, as condições, fatores e limitações da gestão urbana.

Nessa linha, o capítulo VII trata da tecnologia enquanto *recurso* para a gestão da cidade, neste caso principalmente da água enquanto recurso, enquanto fator de risco e enquanto riqueza degradada que deve ser reabilitada. O capítulo VII também termina com considerações sobre o impacto ambiental.

O capítulo VIII aparece como reflexão especial no presente texto, à medida que abandona, momentaneamente, as análises ambientais e tecnológicas para se concentrar nas necessárias questões políticas, particularmente aquelas ligadas ao *poder*.

Um dos pontos altos deste capítulo aparece quando o autor afirma que se um ser espacial pudesse observar detalhadamente a Terra e a humanidade nos últimos dez mil anos, teria "poucas possibilidades de compreender a desconexão entre o respeitável avanço tecnológico alcançando e sua absoluta incapacidade de prover soluções que alcancem a Humanidade inteira".

No capítulo XIX, são consideradas as limitações geoambientais do desenvolvimento. É muito interessante observar, neste capítulo, como o autor não se detém nos aspectos que comumente se visualizam como geoambientais. Duas perspec-

tivas macrogeopolíticas são aqui contempladas: uma se volta para as grandes tendências geopolíticas que orientaram a sociedade humana neste século XX; a segunda trata do “encarecimento” dos recursos naturais, principalmente para os países pobres e “remediados”, que são maioria entre as nações. É notável, tendo em vista a idéia estereotipada que se tem do geólogo, como o autor se serve (mesmo que de maneira implícita) de uma das grandes teorias deste século: *a teoria centro-periferia*.

O capítulo X focaliza uma questão maior: o da *reabilitação do homem*, necessária após a “fragmentação” deste mesmo homem e a degradação de seu ambiente, tanto da natureza, quanto da cidade. Essa desumanização/fragmentação resulta, segundo o autor, de várias causas, dentre as quais ele destaca:

- os custos altíssimos do atual *espírito extrativista* que “pe-meia todo o fazer mundial nas suas relações com a Terra”;
- um ensino e uma educação que, além de serem mal repartidos, são ainda predominantemente compartimentados, fragmentados e “especializados”;
- um avanço tecnológico mal controlado que tem contribuído para um “gradual afastamento entre o Homem e a Terra”;
- um poder econômico cada vez mais globalizante cujo desenvolvimento tem provocado um aumento paralelo e sem precedentes do desemprego.

É evidente que uma solução satisfatória desses problemas sociais e ambientais que se projetam fortemente sobre a maior criação espacial do homem, ou seja, a Cidade, ainda está longe de ser alcançada. Mas o autor chama a atenção para o fato de que a busca de uma sociedade mais feliz passa pela melhoria de nossas cidades e que isto não pode esperar.

O capítulo XI já se insere nessa busca e reflete longamente sobre uma certa “revolução geológica”, que pode ser resumida como uma nova conscientização social do papel que o melhor conhecimento da nova “geologia ambiental” poderia desempenhar na construção e gestão das cidades do presente e do futuro.

Muitos poderão dizer que tal proposta é a de um sonhador. Antes de que as maiores teorias deste final de milênio (Gaia, Caos, Complexidade, etc.) se tornassem conhecidas e operacionais, seus autores foram, igualmente, considerados sonhadores.

É muito legítima e necessária a vontade de construir uma cidade mais feliz. Porém, essa construção não pode ser feita negligenciando-se os valores humanistas que recebemos de alguns de nossos mais lúcidos antepassados de todos os tempos.

O professor Edézio e sua obra inserem-se, com fidelidade, nessa grande linhagem dos construtores de uma Terra que, sem perder a riqueza e a coerência de sua natureza física, possa continuar sendo, cada vez mais, a MORADA DO HOMEM.

É um livro que vale a pena ler.

Professor Dr. Oswaldo Bueno Amorim Filho
Belo Horizonte, primavera de 1999

A GEOLOGIA E A CIDADE

Comecei a “fazer” geologia por volta dos oito anos de idade. Nessa altura da vida, tendo nascido no campo e começando a dar-me por gente à sombra escura do gigante gnáissico da serra do Cantídio, que fica do outro lado do rio Gualaxo do Sul, tinha o hábito de ver funcionar o planeta, especialmente em seus momentos de glória: quando ele ocultou a lua, ainda nascente, acima daquela serra, nos idos dos anos 50, e minhas irmãs puseram uma bacia de água no terreiro, agitando-a para verem pedaços de lua bailando doidamente nos momentos de eclipse parcial, aquilo foi para mim um clímax glorioso, porque o planeta era capaz de muito mais do que eu pensava.

A água era a rainha da festa geológica, prometendo emoções fortes a cada verão, portanto nada anunciado na *Folhinha de Mariana* que se tivesse de esperar ansiosamente, porque esta, precisa nos eclipses, era vaga quanto à intensidade da chuva. Já em setembro algumas chuvas caíam, de início esporádicas, mas era em dezembro que o tempo se fechava de vez. Cada chuva forte fazia o córrego do Moinho crescer assustadoramente, empurrando o Gualaxo para a margem oposta, com sua carga de blocos rochosos, areia, terra vermelha, pés de milho, bananeiras e tudo o mais que o terreno em erosão cedia a contragosto. Não há de ser nada: amanhã o Gualaxo terá subido, empurrando de volta o córrego, formando um remanso de água quase limpa, boa para pescar lambaris e acarás; ao descer, dias depois, terá lavado a cascalheira, deixando os blocos amarelos de quartzo de veios, grandes como abóboras gigantes, destacando-se no pavimento irregular de biotitagnais semi-apodrecidos. Ouvi, de uma humilde senhora do campo, a primeira frase efetivamente ambientalista de minha vida, e uma das que até hoje me atraem a atenção: “É, menino, do jeito que as coisas andam, no futuro, o milho só será conhecido se for guardado em garrafas fechadas com breu”. A frase nunca me saiu da lembrança, porque era uma precisa predição, pelo menos em termos locais. Poucos anos depois, meu pai, sem ler qualquer folheto, começou a desativar para plantio áreas naturalmente mais erodíveis, começou a reservar meio aleatoriamente capoeiras antes plantadas ou usadas para pasto, começou a repicar as saídas d’água das estradas, meras trilhas, para dispersar energia, e a deixar os córregos e o rio sombreados por seus filetes de matas ciliares.

(Hoje vemos que se dá muita importância às matas ciliares como protetoras dos cursos d'água, e não é de desprezar tal importância. Não obstante, melhor seria que não se lhes desse importância alguma do que dar-lhes a que não têm. Igualmente as cidades "elegem" áreas de proteção de aquíferos, mesmo que não se caracterizem especialmente como áreas de recarga distintas das demais, o que só ocorre com os aquíferos carivos. Com efeito, as cidades costumam pensar que o cumprimento de exigências burocráticas de alcance limitado pode redimi-las, protegendo a água e a vida. Não há caminho mais retilíneo e desempenado para o resultado oposto ao pretendido. Por que não determinam logo às chuvas que caíam exatamente onde querem, na cabeceira protegida e sobre as matas ciliares?)

Ao conhecer a Cidade, percebi que ela me ocultava o geológico, tanto o fato quanto a ação, mas cursei geologia, e em 1969 tomei contato com o que hoje chamamos geologia urbana na pequena Charqueada, próspera cidade do interior de São Paulo. Nunca mais lá voltei, mas se não levaram em consideração o fato concreto de estar lá o arenito Pirambóia sobre o folhelho Terezina, com diversas implicações sobre o metabolismo urbano, é possível que a cidade tenha enfrentado ou esteja enfrentando problemas disfuncionais motivados pelo crescimento sobre essa base peculiar.

Hoje a Cidade e a Geologia são amigos ou inimigos inseparáveis, talvez muito mais inimigos, mas veremos por que razão, usando como ilustração a cidade de Belo Horizonte, que, depois de tantas outras, escolhi, com a ajuda do destino, para experimentar a tese de uma vida: o princípio dos assentamentos geossuportados, que, se vier a ser adotado em futuro próximo ou remoto, será conhecido, em futuro ainda mais remoto, por Revolução Geológica, a juntar-se às demais revoluções que marcaram o processo civilizatório e, provavelmente, a maior de todas, porque, opondo-se às demais, destinada a estabelecer o reatamento de relações do Homem com a Terra.

Este livro é para o engenheiro civil, profissional com quem mais tenho dividido o desafio geológico, e que reúne a essência do sentido de construir. Pensar em montar a "infra-estrutura" da cidade ou do país (as aspas se explicam logo à frente) é pensar a engenharia em suas diversas especialidades.

Este livro é para o arquiteto e para o urbanista. Do trabalho deles dependem os desempenhos da cidade nos aspectos físicos e humanos.

Este livro é para o geógrafo, docente ou profissional, das vertentes humana e física, que comigo conviveu em quase vinte anos de docência na UFMG, convívio tão fecundo que despertou em mim uma sensação de que a geologia ensinada nas universidades em que não estamos juntos está fadada a ser uma ciência menor, despreparada para despertar a globalidade de seus compromissos sociais.

Este livro é para o biólogo, não bastasse a vida ser o maior dos fatos geológicos, desde as suas formas mais insignificantes e invisíveis para o leigo, colonizando o planeta para transformá-lo em nosso berço, por ser quem há de aterrorizar-se cotidianamente com a perspectiva de ficarmos cada vez mais sós na comunidade dos seres viventes.

Este livro é para o médico, que, formado para manter a saúde, vê-se a todo instante soterrado sob as exigências de combater a doença sócio e geodeterminada, porque a terra está doente e em terra doente não há humanidade sadia.

Este livro é para o físico e o químico, responsáveis pelo descrever das leis que determinam os aspectos constitutivos e comportamentais do sistema geológico.

Este livro é para o advogado (juiz, promotor, procurador, curador), freqüentemente às voltas com as inaderências entre as leis dos homens e as leis da natureza.

Este livro é para o jornalista comprometido com a difusão da Verdade.

Este livro é para o professor de ensino fundamental, a quem compete oferecer à criança a sua primeira visão do mundo que a rodeia fora do lar, como o mais elementar dos instrumentos da cidadania.

Este livro é para o camelô da Paraná, quem sabe habitante de uma área de risco.

Este livro é para todos os estudantes.

Este livro é para meu colega geólogo, aquele que tem as chaves da casa.

Espero que os diversos leitores, com graus distintos de compreensão e interesse, encontrem proveito nas partes com que naturalmente se identifiquem. Peço a compreensão dos leitores mais técnicos para detalhamentos que poderão eventualmente cansar um pouco, e também para simplificações que possam desapontá-los.

É importante dizer que declarações de cunho político serão encontradas, talvez atingindo a sensibilidade do leitor, que poderá sentir-se "acusado" de práticas profissionais ou administrativas civadas do

vício da imoralidade. Nunca serão pessoais e nunca movidas por moralismo estéril ou arrogância sem causa. O fato é que, além de expor um conteúdo, necessariamente imperfeito e incompleto, que ainda não veio à luz (residindo aí defeito maior que os citados), tem-se a pretensão, aqui explicitada, de pregar uma revolução que não se compadece com a predisposição de não ferir susceptibilidades.

Na estruturação do volume observam-se agrupamentos com funções definidas, embora não estanques uns em relação aos outros. O observador arguto notará que deixo transparecer níveis distintos de domínio sobre esses agrupamentos, e certamente ficará pensando na razão de serem eles abordados aparentemente ultrapassando os domínios mais específicos chamados pelo título. Não é por pretensão de “entender de tudo”, por favor, mas pela necessidade de transmitir ao leitor uma mensagem muito importante: escassa e incompleta ou não a visão lateral de quem atua, em qualquer área do saber, sobre domínios conexos que condicionam seu desempenho, é absolutamente necessário que o cientista ou o profissional tenha a sua visão e também a permanente disposição para aperfeiçoá-la, e para tal terá de expor-se ao risco de explicitá-la. Peço, portanto, que especialistas dessas áreas aqui rudemente alinhavadas compreendam imperfeições e imprecisões.

Quanto a exemplos específicos de Belo Horizonte ou de outras regiões do País – mais destas –, que os especialistas ou estudiosos do domínio central compreendam que, em regra, não há preocupação com a exatidão dos resultados, de estudos sistemáticos locais, meus ou de outros autores, mas com a existência de possibilidades de abordagens alternativas, em cada caso merecendo estudos adequados à verificação mais concreta.

I – O QUE É A CIDADE?

*What's the use of a house
if you don't have a
decent planet to put it on?*

HENRY DAVID THOREAU

Penso que a Cidade é a maior realização material e intelectual do Homem. É ela que opera seu próprio metabolismo, a agricultura, a mineração, a navegação, a aviação, a paz e a guerra, porque é o *locus* privilegiado do exercício do Poder.

Da ótica aqui adotada, identifico a Cidade como uma entidade resultante do empilhamento de três camadas distintas, cada uma com funções próprias, inconfundíveis, mas dependentes do desempenho das demais. São essas três camadas sumarizadas no diagrama abaixo.

DIAGRAMA ESTRUTURAL DA CIDADE

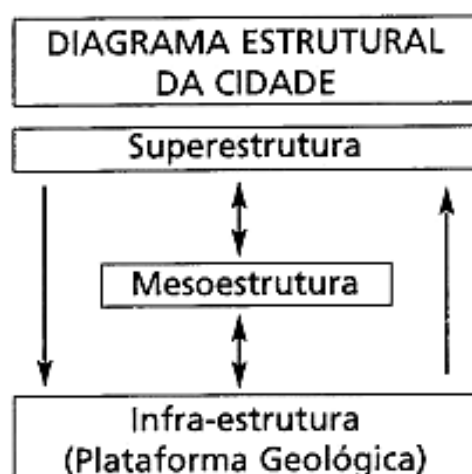


FIGURA 1 - Diagrama estrutural da cidade.

Por este diagrama nota-se que toda cidade exibe um arranjo de três "camadas estruturais" com precisas destinações funcionais. Nenhuma cidade existe sem elas, que se envolvem em quatro modalidades de interações: três dipolares e uma tripolar. É sobre estas interações que devem debruçar-se a Mente Concepcional e a Mente Executiva do aparelho urbano, integrantes da Gestão.

A superestrutura é o conjunto das estruturas antrópicas finalísticas, compreendendo moradia, comércio, indústria, serviços, educação, cultura, lazer e desporto

(natureza), com as funções inerentes a tais equipamentos. A mesoestrutura inclui sistemas viário, de água, esgoto, drenagem pluvial e similares (natureza), com a função de proporcionar condições de funcionamento à superestrutura, para tanto adaptando-se às necessidades e ao porte desta e às condições de suporte dadas pela infra-estrutura. A mesoestrutura é o sistema geológico nos aspectos constitutivo e comportamental, com a função de suprir os fatores da sustentabilidade nos territórios urbano e rural: suporte do solo arável, com flora e fauna; recursos minerais industriais, hídricos e materiais de construção; suporte físico da meso e da superestrutura; recursos hídricos pluviais; absorção e atenuação de impactos ambientais; sustentação de paisagens especiais. A infra-estrutura está na Cidade, no campo adjacente e mais remoto, e também no seu céu.

A idéia aqui exposta não é absolutamente novidade. Com efeito, infra-estrutura é tudo aquilo sobre o qual se constrói alguma coisa de caráter finalístico: não precisamos da infra-estrutura; com ela nada fazemos. Precisamos da casa. A questão é que o desempenho da casa depende do desempenho da infra-estrutura. Uma cidade é um lugar de muitas casas. Para isto precisamos de estruturas de intermediação, ou mesoestruturas, que viabilizem acessos, distribuição de água, coleta de esgotos e lixo, que sejam comuns para serem técnica e economicamente viáveis. Portanto, casa e sistema viário são componentes funcionais distintos. É importante salientar, de início, duas questões a respeito do conceito aqui exposto de infra-estrutura. A primeira é que, alargando o conceito de infra-estrutura para o conjunto das condições de suporte à construção e desempenho da Cidade, a infra-estrutura desta se encontra não só em seu solo e subsolo, mas também no campo que a rodeia, e até em outro continente (dependendo do poder de cada cidade); no céu da Cidade estão outros componentes importantes da sua infra-estrutura, que podem ser bem ou mal aproveitados, como é o caso das águas pluviais. A segunda questão para a qual importa chamar atenção é que a infra-estrutura é dado independente da nossa vontade, por esta razão chamado imutável, o que não significa que não possamos operar sobre ela para adaptá-la a certas necessidades. (É na Cidade que especialmente se deve atuar sobre a infra-estrutura, para adaptá-la a suas necessidades. Essa adaptação depende do porte, das funções e do poder da Cidade, porque esta, no dizer de Prandini, é "uma segunda natureza", com propósitos funcionais e estéticos específicos, que todavia deve construir-se respeitando as leis da natureza

operantes na infra-estrutura.) Isto vem a propósito para que possamos inicialmente discutir certas questões referidas sem contestação maior, entretanto carregadas de conseqüências em geral terríveis: "a natureza é sábia". Ora, se fosse "sábia" no sentido prático, não teríamos desertos, muito anteriores à presença humana sobre a terra. A natureza é como é e precisamos compreendê-la, fazer sobre ela a leitura mais global possível. Leituras parciais da natureza, seguidas de intervenções que lhe afetam a totalidade, constituem o problema fundamental da Humanidade.

Na Cidade, portanto, convivem, interagindo, três camadas superpostas: as duas superiores, em limites reconhecidos, devem ser concebidas para que sua interação com a inferior seja tão harmônica quanto possível. Compreendendo que a infra-estrutura da Cidade é integrada pelo campo que a rodeia, esta infra-estrutura não encontra limitação geográfica precisa, devendo ser estabelecida ou em termos de uma intensidade significativa, ou de limites políticos que determinem o alcance jurisdicional da gestão.

II – A AÇÃO HUMANA SOBRE A TERRA

Em tudo o que se ignora inexiste a criação.

A interação antrópica é o conjunto de transformações postas em curso pela ação humana sobre a terra. Simplificadamente, ela pode ser descrita pela Equação I. (A FIG. 2 representa esquematicamente transformações de configuração do ambiente geológico.)

Ambiente geológico + ação humana = ambiente tecnogênico¹ I

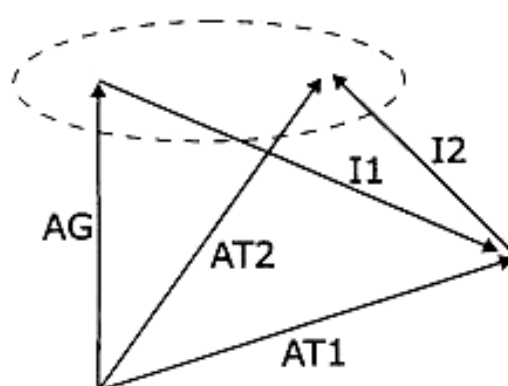


FIGURA 2 - Representação vetorial, simbólica, das mudanças de configuração do sistema geológico, decorrentes de intervenções que levam à degradação (I1) e de intervenções que conduzem à reabilitação (I2). O "alvo" tracejado dá a medida da aproximação desejada entre AT2 e

AG. Portanto, AT1 é o ambiente geológico decaído, que pode regenerar-se, não necessariamente (e às vezes nem desejavelmente), tornando à sua feição original AG, mas aproximando-se de AG quanto aos seus

1. Esta equação é universal, podendo descrever a interação do Homem com a Terra, em perspectiva espaço-temporal, ou geológica (excluído o Homem Tecnológico do conjunto seres vivos, para que se possa falar, esquematicamente, de duas entidades externas, uma em relação à outra). Na perspectiva anterior, estamos imaginando fechado, no tempo e no espaço, o sistema Terra-Homem. Todavia, a utilidade da equação da interação revela-se também excepcional em sistema aberto no tempo e no espaço, vale dizer, no exame da interação circunscrita em fragmentos de espaço e em fragmentos do tempo, que tem de ser considerada aberta, porque o produto da interação ativada por intervenção circunscrita no espaço e no tempo pode transbordar esse espaço e esse tempo, quando, então, diremos que a intervenção gerou um gradiente espaço-temporal de modificação.

aspectos comportamentais. I2 não tem de ser necessariamente uma intervenção feita a fundo perdido; pelo contrário, pode ser uma intervenção inspirada com propósito de investimento e seu respectivo retorno.

A Cidade é a mais complexa das obras de engenharia. Isto vem do fato de que a todo momento agentes diversos, atuando sob escassa coordenação, põem em curso interações descritíveis pela equação acima. Os respectivos produtos, desejáveis e indesejáveis, como abaixo descritos, de cada uma dessas interações, não sendo nem contemporâneos nem co-espaciais da própria intervenção, superpõem-se, comprometendo as possibilidades de compreensão das causas para um dado efeito (diagnóstico) e a antevisão dos efeitos de determinadas intervenções (prognóstico). Ao construirmos a Cidade ou na Cidade, devemos, pois, considerar que outras ações humanas já se empreenderam no local, de modo que não temos mais um ambiente geológico em sua configuração natural. Para simplificar a exposição, podemos imaginar que o conjunto das ações passadas gerou um ambiente tecnogênico 1, que pode ainda estar em evolução, mas que tem de ser visto agora como a nossa infra-estrutura. Do exposto, a equação da interação assume a forma da Equação II.

Ambiente tecnogênico 1 + ação humana = ambiente tecnogênico 2 II

Que componentes integram o ambiente tecnogênico 2, ou, mais apropriadamente, que o diferenciam do ambiente tecnogênico 1? São, necessariamente, três: o primeiro é o resultado desejado da ação antrópica (casa, canal, via, fábrica, nova cidade); o segundo é o conjunto dos efeitos colaterais positivos; o terceiro é o conjunto dos efeitos colaterais negativos. A decisão por construir pode ser tomada não só pelo resultado desejado em si, mas também pelo balanço entre efeitos colaterais positivos e negativos. A questão é: sem conhecer a infra-estrutura (o ambiente tecnogênico 1), em seus aspectos constitutivos e comportamentais, como poderão ser avaliados (prognóstico) os efeitos colaterais positivos e negativos e em que medida estes poderão comprometer o objetivo centrado no resultado desejado?

Não se poderia encerrar este capítulo sem, desde já, chamar a atenção para fato notório. Sempre que técnicos, políticos e o cidadão comum falam da infra-estrutura urbana, estão referindo-se aos equipamentos aqui chamados de mesoestruturas. Esta visão, universalmente

impregnada na mente das pessoas, faz supor, explícita ou tacitamente, que essas "infra-estruturas" encontram sempre no terreno características ideais de homogeneidade, isotropia, continuidade e constância de propriedades. Em verdade, e sem exceção, esse terreno, essa base, essa plataforma, portanto essa infra-estrutura, é heterogênea, anisotrópica, descontínua e variante no tempo, ou seja, inconstante, essa inconstância significando sensibilidade às intervenções antrópicas e capacidade de interagir, ainda que passivamente. É por esta razão que, conseqüentemente, e salvo por acidentes geológicos e fisiográficos de grande visibilidade, as cidades ganham "infra-estruturas" essencialmente iguais, não obstante implantadas em terrenos muito diferentes, comparando-se uma cidade com a outra e porções distintas da mesma cidade.

Quero esclarecer que não imagino que as pessoas pensem que o terreno de Belo Horizonte seja igual ao de Recife, mas não posso deixar de assinalar que os construtores das cidades constroem-nas como se iguais fossem tais terrenos, dado inexistir qualquer adaptação visível das tecnologias de construção das mesoestruturas e das superestruturas às peculiaridades locais, senão naqueles aspectos de grande visibilidade a que acima me refiro. Esta questão vai ser esclarecida gradualmente ao longo do texto. Neste ponto, entretanto, poderíamos já avaliar a equação da interação exposta sob forma semelhante à de um fluxograma, porque, em verdade, a Cidade, em qualquer momento de sua história, é o resultado, até então apurado, de um fluxo de transformações nela operado.

Conhecido + conhecida	→	conhecido	III
Conhecido + desconhecida	→	desconhecido	IV
Desconhecido + conhecida	→	desconhecido	V
Desconhecido + desconhecida	→	desconhecido	VI

Na forma III temos a Cidade que conhece, em seus aspectos constitutivos e comportamentais (em termos da medicina, anatomia e fisiologia), o ambiente tecnogênico 1; conhece as características da intervenção 2 (ou ação humana) em termos da interação que ela ativará com esse ambiente; conhecerá, portanto, o resultado dessa interação, previamente especificado. Na forma IV, a Cidade conhece nos termos acima o ambiente tecnogênico 1, mas não tira partido desse conhecimento para especificar as características interativas das ações que vai implementando, e, portanto, desconhece o resultado, recebendo-o como imprevisto. Na forma V, a Cidade centra suas atenções na especi-

ificação das ações, com o desejo de acertar, mas, não alcançando uma percepção clara dos mecanismos da interação, por desconhecer a outra parte, não tem também controle dos resultados. Finalmente, na Forma VI, não é uma cidade que se constrói, mas um amontoado de superestruturas, muitas vezes antecipando-se às mesoestruturas.

O primeiro caso é o da Cidade ideal. O segundo seria hipotético porque, normalmente, o conhecimento, nos termos acima postos, do ambiente tecnogênico 1 nunca se antecipa à percepção de sua necessidade. Se ele só pode vir como resultado da percepção da necessidade, é paradoxal que, tendo sido gerado, não venha a ser usado. Não obstante, ocorrem freqüentemente situações em que atores privados ou mesmo estatais dispõem de tal conhecimento e deliberadamente não o utilizam, porque seu uso poderia comprometer interesses concretos, como é o caso de ações especulativas em negócios imobiliários e o da "venda" de soluções convencionais, dispendiosas, mas do interesse de grupos econômicos. Pode, portanto, ocorrer até freqüentemente. Na forma VI, o que se nota é a improvisação geral e o exemplo típico é o das favelas, mocambos, áreas de habitações subnormais, como se diz em São Paulo.

Vale a pena determo-nos um pouco neste último caso, sempre coincidente com áreas de risco geológico e social. As cidades que têm áreas significativas com tais características nunca conseguirão circunscrever inteiramente os seus efeitos colaterais negativos nas áreas de saúde, segurança e muitos outros aspectos da qualidade do desempenho do aparelho urbano, porque este é um só, e os desequilíbrios gerados em tais áreas estão sob o comando incontrollável de um gradiente espaço-temporal de degradação não só da área, mas do aparelho todo. Intervenções nessas áreas rotuladas de "urbanização de favelas", visando mitigar os aspectos mais chocantes de suas disfunções, devem ser muito criteriosamente limitadas aos casos mais moderados, porque, do contrário, nada mais farão que viabilizar a perpetuação de disfunções dificilmente toleráveis por cidadãos, nelas residentes ou não, capazes de exercitar os pressupostos essenciais da cidadania.

Apresento a seguir situações hipotéticas e reais com o objetivo de realçar a importância da visibilidade do sistema geológico para a gestão, particularizando sínteses interpretativas. Para as primeiras, começo com o sistema sem visibilidade geológica, representado simplesmente por um perfil de terreno, sigo percorrendo sobre as possibilidades teóricas de distintas visibilidades e logo após apresento situações concretas, passíveis de ocorrer em numerosos contextos geológicos.

ANATOMIA E FISIOLOGIA DOS SISTEMAS GEOLÓGICOS SÍNTESES INTERPRETATIVAS

Sem modelo



FIGURA 3 - Sem modelo

distribuindo funções de acordo com a declividade local. Desta forma, só casualmente resultarão desempenhos de acordo com as melhores expectativas.

Sem visibilidade dos aspectos constitutivos e conseqüentemente comportamentais, a gestão opera sobre o sistema indiferentemente a eles, quando muito

Modelo 1

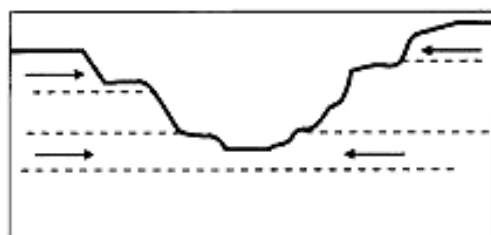


FIGURA 4 - Modelo 1

estas últimas, podemos notar que existe uma estratificação da permeabilidade, sendo assinaladas duas formações permeáveis, com as direções de escoamento indicadas por setas.

Neste modelo, as formações geológicas estão dispostas em arranjo tabular, horizontal. Este fato tem inúmeras conseqüências hidrogeotécnicas e ambientais. Particularizando, por brevidade, a interpretação para

No caso, em região próxima às vertentes do vale observa-se que o fluxo se dá no sentido destas vertentes. Se houver outro vale de diretriz geral paralela ao figurado, haverá em subsuperfície uma linha demarcatória do limite entre as bacias subterrâneas adjacentes para cada um dos aquíferos figurados. Do ponto de vista ambiental, o aquífero superior é o mais exposto à poluição proveniente da superfície. Todavia é importante assinalar que essa poluição tenderá a retornar à superfície nas fontes permanentes ou intermitentes que tendem a formar-se no contato com a formação impermeável soto-posta. Quanto ao aquífero inferior, é mais abrigado em relação à poluição proveniente da superfície, sendo vulnerável apenas nas áreas em que aflora em cota mais elevada que a da seção mostrada

(áreas de recarga). Não obstante, pode ser alcançado através de poço tubular, e se tal poço for, por exemplo, utilizado para injetar águas contaminadas, o aquífero pode ser afetado. A fisiologia da reabilitação, ou da dissipação da poluição, demandará tempo maior para se efetivar. Portanto, o aquífero mais abrigado perde esta vantagem em relação ao menos abrigado, depois de poluído. O Modelo 1 é típico de áreas de ocorrência de rochas sedimentares, como as que existem em grandes parcelas do território brasileiro (bacias do Paraná, Amazonas e bacias sedimentares mesocenoicas do Nordeste, dentre outras).

Modelo 2

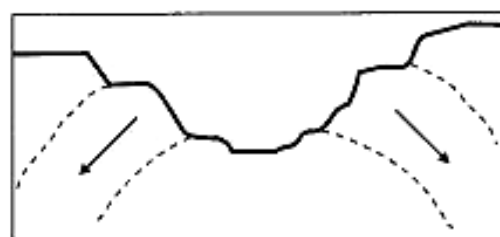


FIGURA 5 - Modelo 2

Neste caso tem-se disposição de rochas de origem sedimentar dobradas em anticlinal. Está figurada apenas uma formação aquífera. O fluxo nessa formação dá-se da superfície para o interior do maciço (esta-

mos, portanto, numa área de recarga do aquífero) e seguindo orientações divergentes. As consequências disto são: poluentes introduzidos tendem a dispersar-se, formando plumas de contaminação que não contam com limitações geológicas a curta distância. Só a diluição ou sua dissipação natural podem ser determinantes para decidir-se sobre os níveis de introdução toleráveis, levando-se sempre em conta que extrapolam as fronteiras geográficas (e muitas vezes políticas) da bacia hidrográfica. O uso do geoespaço definido pelo aquífero para a disposição de efluentes perigosos configuraria transferência horizontal de sustentabilidade. (Vale dizer que a sustentabilidade, caracterizada pela capacidade de absorção de impactos ambientais, estaria sendo tomada ao vizinho que a detém.)

Na construção de barragem que inunde a faixa de afloramento da formação aquífera, água pode ser perdida por infiltração por se tratar de área de recarga.

Modelo 3

Neste caso, as conclusões são: trata-se igualmente de área de recarga. Diferentemente do fluxo anterior, este é convergente e limita-

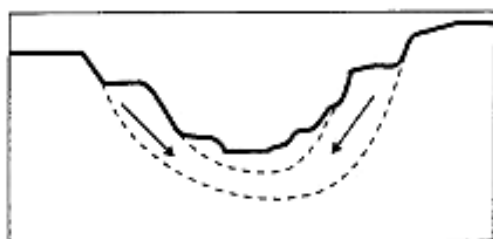


FIGURA 6 - Modelo 3

tes, quando lançados continuamente. Outra questão relevante do ponto de vista hidrogeológico é a possibilidade de o aquífero estar bem confinado pela cobertura (caracterizada como um aquífugo ou aquífardo), e neste caso a água nele contida pode estar sob pressão, o que caracterizaria condição de artesianismo. Haveria, então, duas consequências: do ponto de vista econômico, a existência de água subterrânea passível de ser explorada; do ponto de vista ambiental, o aquífero seria pouco vulnerável à poluição proveniente da cobertura, no eixo do vale (mas não da área de recarga, em que a formação aquífera está exposta na porção mais alta do vale).

Na construção de barragem, analogamente ao anterior, pode haver perda de água por infiltração, todavia em condições mais fáceis de ser contida ou minimizada.

Modelo 4

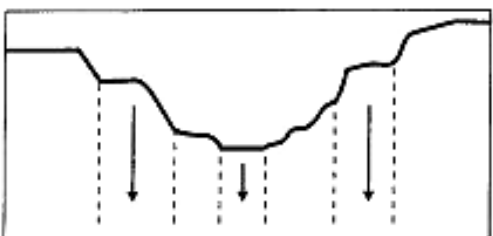


FIGURA 7 - Modelo 4

Quanto ao demais, as consequências são mais ou menos óbvias: o rio que corre pelo vale pode ceder parte de sua vazão ao aquífero central; todas as formações permeáveis devem ser evitadas para o lançamento de efluentes líquidos com carga significativa de poluentes; as formações não permeáveis intercaladas podem ser utilizadas como barreiras de confinamento.

do pela conformação em sinclinal. Desta forma, a poluição do aquífero dá-se no subsolo de quem polui. A conformação em sinclinal reduz as possibilidades de diluição e ocorre aumento da concentração de poluentes,

É situação possível, mas menos freqüente e tendendo a ocorrer em extensões geográficas limitadas. Dependendo da configuração geológica regional, pode ou não haver vinculações entre as formações permeáveis pre-

Modelo 5

Este modelo é típico de regiões gnáissicas, como as da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) a norte da serra do Curral. Os principais elementos geológicos estão indicados. Por eles notam-se: zoneamento vertical de materiais, determinado por formação aluvial sobre o substrato e por variações das condições de estado deste. Presente também o zoneamento horizontal devido à transição entre os terrenos aluviais do fundo do vale e os eluviais da alta vertente e ao dique máfico, estabelecendo contraste de permeabilidade com a rocha gnáissica. Na ocupação urbana, importa considerar as superfícies onde ela se dará. Elas apresentam notáveis diferenças comportamentais em face da ocupação.

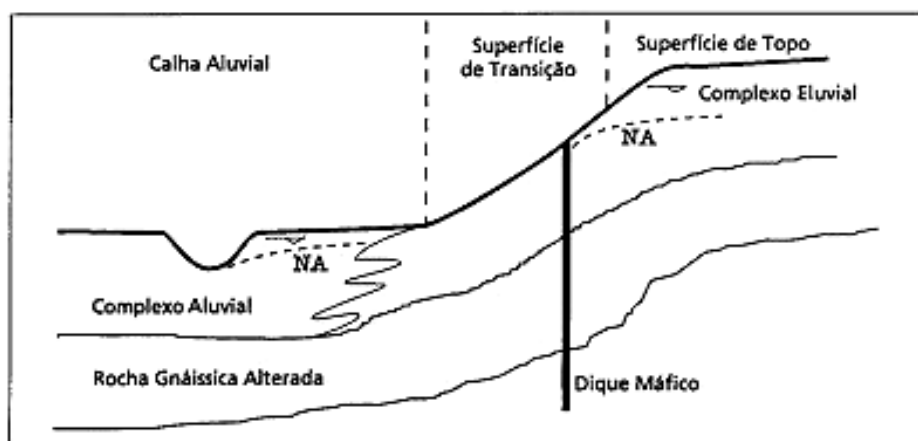


FIGURA 8 - Modelo 5

A Superfície de Topo apresenta as seguintes qualidades, desde que plana a suavemente ondulada: salubridade natural dada pela facilidade de drenagem superficial e por infiltração; condições de fundação favoráveis; condições naturais de escoamento superficial por fluxo divergente; lençol freático profundo. A ocupação pode levar à concentração de fluxo (arruamentos) e também ao aumento dos caudais escoados (bloqueio à infiltração), constituindo esta a principal restrição, que é relevante porque o fluxo torrencial concentrado tende a ser muito enérgico e capaz de promover erosão intensa. Considerando-se o custo do controle do escoamento pluvial por via de canalizações, envolvendo escadas dissipadoras e similares, a melhor maneira de combater o impacto erosivo da urbanização é compensar a perda de infiltração por duas vias complementares: coleta e uso das águas plu-

viais e infiltração forçada por cisternas secas (uma por telhado). Desta forma, o sistema geológico continua a funcionar como sempre, transferindo as águas pluviais do topo ao fundo do vale em subsuperfície, não provocando erosão nem enchentes e reabastecendo o aquífero. A ocupação de superfícies de topo no século XX (consequência do advento da energia elétrica e do automóvel) sem os cuidados aqui recomendados, principalmente no Sul e no Sudeste, gerou processos erosivos com prejuízos incalculáveis para o País.

A Superfície de Transição não apresenta as mesmas qualidades da anterior, e sua ocupação deve ser seletiva, de modo a evitar disfunções notórias, como a geração de situações de risco geológico. Os recursos tecnológicos para a ocupação, como os acima indicados, continuam recomendáveis, especialmente a coleta de águas pluviais, porque ainda existem desníveis acentuados a transpor, e as cisternas de infiltração tenderão a ser menos eficazes que na Superfície de Topo porque o lençol freático geralmente é mais raso.

A Calha Aluvial, no caso de estar a montante de barramentos como o da Pampulha, tende a ser uma superfície em expansão e nela os processos mais comuns são os de assoreamento e inundações. A coleta de águas pluviais continua sendo medida altamente indicada para combater as inundações, e não agora a erosão local. As cisternas de infiltração tenderão a não funcionar porque o lençol freático está raso. Há forte inclinação para ascensões capilares e também para inundações, de modo que se justifica a construção sobre piso artificialmente elevado, aproveitando a necessidade de terrenos para bota-fora.

Modelo 6

Sumário – O modelo apresentado é representativo de importantes regiões geoconômicas, ocorrendo em parte do Triângulo Mineiro (ex. Ituiutaba) e São Paulo (ex. região de Bauru). A cidade “baixa” pode ser uma cidade ou povoação do século XIX e a cidade “alta” representa cidades do século XX ou bairros modernos de cidades do século XIX. As cidades baixas foram aí construídas para que o suprimento de água chegasse por gravidade, e às vezes também para ficarem próximas dos eixos ferroviários que corriam ao longo dos rios. As cidades altas, buscando muitas vezes as vantagens locais do relevo suave e do ambiente mais salubre, foram viabilizadas por dois fatores tecnológicos essenciais nesse processo de urbanização, quais sejam: a opção eminentemente rodoviarista, permitindo o acesso fácil às super-

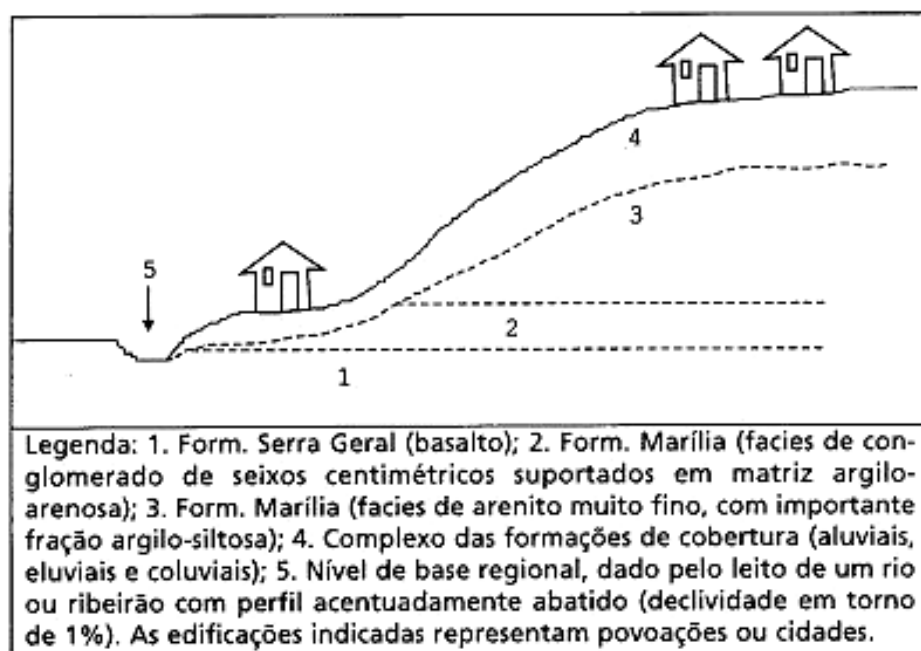


FIGURA 9 - Modelo 6

fícies de topo, e o advento da energia elétrica, proporcionando o bombeamento de água para tais altitudes.

Síntese comportamental – Os basaltos, ainda que decompostos, sustentam o relevo local, embora possam não estar aflorantes, pois tais regiões situam-se bem afastadas dos pontos em que as soleiras basálticas estão sendo rompidas (cataratas do Iguaçu), ou estavam sendo rompidas (Sete Quedas e Canal de São Simão). Aquela nível de base, agora com um apoio adicional remoto dado pelos barramentos do Paraná e tributários, é tecnicamente o ponto fixo, absolutamente irremovível, senão muito localizadamente, pela intervenção antrópica. É uma soleira hidráulica que não pode ser afetada pela erosão antrópica. Mais acima ocorre a base da Formação Marília (as configurações locais podem variar), em que um conglomerado suportado na matriz essencialmente argilosa tem o comportamento desta matriz para efeitos de permeabilidade. Assim, este nível de conglomerado, presente com as características aqui referidas, constitui uma soleira hidráulico-litológica de relativa importância (porque, tendo coesão, dispõe de alguma resistência ao escoamento torrencial, e sendo pouco permeável gera fontes no seu topo quando este é seccionado pela superfície do terreno).

Impacto da urbanização do topo – Quando a cidade ocupou o topo, levou água lá para cima, e esta, depois de usada, tem de descer, sob a forma de esgoto ou de seu efluente tratado, o que lamentavelmente é uma raridade. Além disto, removeu a cobertura vegetal inicial e, pior ainda, bloqueou a infiltração através de telhados, pátios e vias cimentadas. Considerando que o arenito Marília resiste ao escoamento torrencial pouco mais que um torrão de açúcar, a erosão consequente é um fato de terríveis consequências ambientais e econômicas. Há soluções óbvias, que todavia só serão implantadas com êxito se partirem; *a)* da adequada caracterização dos aspectos constitutivos e comportamentais do sistema geológico (assim como o médico, obviamente, precisa conhecer a anatomia e fisiologia do paciente para bem cuidar dele); *b)* da aplicação corretamente orientada de recursos tecnológicos totalmente disponíveis para a gestão, envolvendo a coleta de águas pluviais aproveitando coletores prontos, como os telhados, vias e pátios cimentados, a compensação da perda de infiltração através de sistemas de injeção extremamente baratos e eficientes e o uso mais generalizado dos mananciais subterrâneos. Fora disto será um nunca mais acabar de construir sistemas de escoamento pluvial caríssimos que, obviamente, não geram riqueza. Enquanto isto a Lei dos Crimes Ambientais sequer capitula o mais generalizado de todos eles, nas áreas urbanizadas, que é o do bloqueio à infiltração, sem compensação.

II – OS FATORES GEOLÓGICOS DA SUSTENTABILIDADE

Desenvolvimento sustentado... sustentado em quê, por favor?

Cidades comuns, não importam o seu tamanho e o seu poder – assim consideradas as que não devem sua existência a uma única função (cidades mineiras do Ciclo do Ouro, vilas residenciais de barragens e similares) –, são aquelas, espontâneas ou criadas, que constroem seu crescimento sobre os fatores geológicos da sustentabilidade (em suas configurações naturais ou derivadas). Tais fatores da sustentabilidade, integrantes da infra-estrutura das cidades, não estão, como já visto, só em seu solo e subsolo, mas também em seu céu e no solo e subsolo do campo adjacente ou mais remoto.

Sempre que a Cidade lança mão de qualquer um desses fatores da sustentabilidade fundamental, para gerar a sustentabilidade derivada (ex. energia elétrica derivada da vazão e da queda do rio), ela está promovendo perda ou ganho de sustentabilidade associada ao mesmo fator, ou a outros, da sustentabilidade fundamental. No exemplo dos parênteses, como efeitos colaterais negativos e que, valorados, deveriam figurar na justificação econômica da obra, devem ser considerados a perda de solo arável, a perda de recursos minerais e vegetais não explorados antes da obra, a perda de sustentação de pesca artesanal, dentre outros; como efeitos colaterais positivos podem ser citados os usos complementares do futuro reservatório, incluindo os próprios de balneários, estéticos, a piscicultura e outros.

Sempre que a Cidade deixa de lançar mão de fatores da sustentabilidade incidentes em seu território, ela gera a necessidade de fazê-lo alhures. São óbvios os exemplos da água, subterrânea e pluvial, e dos materiais de construção. No primeiro caso, deixar de usar, na medida tecnicamente recomendada, a água subterrânea implica desperdício de energia e reagentes usados no tratamento das águas de mananciais superficiais, ampliação da demanda sobre o Campo, que perde, assim, sustentabilidade em medida maior que a necessária; esta perda é acompanhada de outra, que seria a vantagem de manter aquíferos urbanos sedentos e, portanto, mais receptivos à infiltração

(atenuando enchentes); deixar de usar as águas pluviais significa perda diversa, como a associada à erosão, ao assoreamento e às inundações. Mesmo que tais processos sejam controlados, ter-se-á deixado de economizar em obras de drenagem e escoamento pluvial. No presente exemplo, cabe ainda referir que apenas parcela menor dos usos da água exige condições de potabilidade. Uma política unificada para a água é medida que será comentada oportunamente.

Quanto ao outro exemplo, dos materiais de construção (areia, brita, argila para cerâmica e assemelhados), importa dizer que perfazem mais de 50% da massa antrópica incorporada às cidades. Quando a Cidade decide não os lavar em seu próprio território, é como se estivesse eliminando por decreto parte do patrimônio mineral do País; estará também determinando seu transporte a distância maior, em caminhões, sobrecarregando as estradas, aumentando custos de manutenção, riscos de acidentes (inclusive os menores, como o pára-brisa quebrado) e o efeito estufa; estará, mais uma vez, sobrecarregando o Campo, tomando-lhe sustentabilidade em outros fatores, como solo agrícola; mas o pior dos efeitos dá-se pela supressão de exigências de desenvolvimento tecnológico, que seria necessariamente imposto como compromisso de promover a lavra urbana.

Os demais fatores da sustentabilidade fundamental são as condições de suporte para os assentamentos urbanos, as condições de absorção (limitadas e geodeterminadas) de impactos ambientais e as condições de suporte das paisagens excepcionais. Ao tempo certo, tornaremos a eles. Por agora, ao fim deste capítulo, apresento quadro sinóptico dos fatores geológicos da sustentabilidade (Quadro 1).

É oportuno tecer aqui considerações, ainda que gerais, sobre o êxito de cidades do chamado Primeiro Mundo e, conseqüentemente, deste Primeiro Mundo: se elas, em regra, não aplicam sistematicamente os princípios defendidos neste livro, e se estes são fundamentais para tal êxito, por que o alcançaram? É porque, estendendo, por seu poder, longos braços sobre o resto do mundo, fazem dele o seu campo remoto, que compensa os efeitos colaterais negativos de seu mau desempenho em relação aos fatores da sustentabilidade locais, como são as condições de suporte físico ao assentamento urbano. Assim é que, mesmo com a grande disparidade de demandas sobre os recursos da terra, a civilização bate em limites absolutos. Na ordem atual, a equiparação por convergência (avanço dos países periféricos e recuo dos centrais, encontrando-se eles algures no meio) é uma utopia, visto

FATOR	VALORES ASSOCIADOS
Recursos minerais	
Industriais	Alta mobilidade; ocorrência especial; alta agregação de valor
Materiais de construção	Baixa mobilidade; ocorrência dispersa; sem agregação de valor
Solo arável	Imobilidade; ocorrência especial; variável agregação de valor
Recursos hídricos	
Superficiais	Mobilidade limitada; disponibilidade variável e oscilante
Subterrâneos	Imobilidade; disponibilidade variável e pouco oscilante
Pluviais	Imobilidade; disponibilidade variável e muito oscilante
Suporte físico	Imobilidade; qualificação variável
Absorção de impactos	Imobilidade; qualificação variável

QUADRO 1- Fatores da sustentabilidade fundamental.

que os países centrais, que têm e manejam a seu talante o poder, procuram conter o desenvolvimento dos demais, evitando que alcancem a capacidade de competir em igualdade de condições por tais recursos. Tendo sido dito, e sendo fácil provar que nos níveis de consumo atuais dos recursos da terra, e com todos os desperdícios inerentes, é impossível a equiparação por “perseguição”, não por convergência, restam três cenários:

- continua a atual disparidade de acesso aos recursos da terra, com alguma eficiência adicional obtida pelos países centrais com o uso mais econômico de tais recursos (possível e até provável, mas dificilmente capaz de atravessar o próximo século, razão por que tanto me preocupo com os bisnetos de todos nós);
- coalescência dos efeitos colaterais negativos envolvendo crescentemente países centrais e conflito mundial (etapa previsível da globalização, resultante da exacerbação da competitividade) em todos os aspectos das relações internas e externas em grande número de países

(com os Estados Unidos e a Europa experimentando a versão século XXI da germanização de Roma);

* com muitos percalços, a gradual ascensão da Revolução Geológica, com o reatamento de relações entre a Humanidade e a Terra, nascendo num país que “precise dela” e expandindo com variável rapidez pelo resto do mundo. (Esta expectativa de que a revolução geológica nasça em país que precise mais dela que os demais é aparentemente paradoxal, porque ele tenderá a estar muito aprisionado aos métodos e soluções carimbados pelos países centrais e à espera de que destes surja a solução para a humanidade, quando se configurar mais nitidamente a falência da civilização atual. Todavia, em um país que tenha de recorrer a um isolamento defensivo, que disponha de nível intermediário de capacitação científica e tecnológica, que não tenha perdido aspirações de grandeza, há condições favoráveis para ter início a revolução tecnológica aqui preconizada. Há países com características compatíveis, pelo porte territorial, nível de desenvolvimento científico e tecnológico, densidade populacional, necessidades sociais e aspirações: Brasil, China, Rússia, Índia, África do Sul, México e Indonésia são bons exemplos.)

Este quadro merece algumas explicações, embora sejam relativamente lógicos, não obstante um tanto subjetivos, os valores associados aos diversos fatores da sustentabilidade fundamental.

Os minerais industriais têm alta mobilidade pelo fato de terem ocorrência especial (portanto não encontrados em qualquer lugar) e de permitirem elevada agregação de valor, significando isto que, salvo para algumas substâncias minerais, não constitui vantagem significativa tê-los no próprio território, na medida em que o insumo minério afeta relativamente pouco o custo do produto final. Todavia tê-los é importante passo para aproveitá-los, mas tê-los requer conhecê-los, pois tê-los escondidos em seu território equivale a não os ter.

Os materiais de construção têm baixa mobilidade porque são encontrados em distintos contextos geológicos e não passam propriamente por beneficiamento no sentido dos minerais industriais nem por transformação, operações que tipicamente agregam valor aos materiais naturais. Por esta razão devem, na medida do possível, ser explorados no local do consumo, desta forma evitando o acréscimo de custo da obra em que são utilizados, fortemente gravado pelo custo do transporte. Como tendem a estar expostos à superfície, sua localização, salvo casos mais complexos pouco frequentes, não requer conheci-

mento geológico especial. A intervenção geológica mais importante em relação a eles não é também na sua exploração (aliás, a supervisão da exploração não é atividade particularmente atraente para o geólogo. Todavia aspectos ambientais e de estratégias de gestão poderiam beneficiar-se muito com o concurso deste profissional).

O solo arável é fisicamente imóvel, mas esta imobilidade física é ilusória porque, de fato, a sustentabilidade a ele associada é passível de transferência através das *commodities* agrícolas. Para uma significativa agregação de valor, grandes extensões de solo arável são ocupadas com monoculturas, gerando excedentes transportados em sistemas de variável eficiência energética (baixíssima nos caminhões, mais alta nas ferrovias e mais alta ainda nas hidrovias) que requerem exclusividades do sistema de transportes, ou sobrecarregando-os em detrimento de outros produtos que interessem ao comércio local. Para alcançar índices de produtividade elevados, como os proporcionados pela "revolução verde", os solos são submetidos a aplicações de fertilizantes e defensivos agrícolas, que não raro os comprometem ambientalmente e os exaurem. Por esta razão, países como o Brasil são muito visados como reserva de sustentabilidade para a Humanidade, dado que ainda não se extinguíram suas fronteiras agrícolas de sentido geográfico.

Os recursos hídricos, embora aparentemente dotados de limitada mobilidade (só raramente transferíveis a distâncias da ordem da centena de quilômetros), em verdade são fatores passíveis de grandes transferências da sustentabilidade associada por via das *commodities* agrícolas e da exportação de itens pesados da indústria de base, como a siderúrgica, e de certos não-ferrosos cuja transformação inicial, como no caso da redução do alumínio, envolve grandes quantidades de água utilizada no processo ou na produção de energia.

A sustentabilidade associada ao suporte físico dos assentamentos humanos é intransferível. O uso adequado dela pode determinar o desempenho funcional e econômico das cidades. As cidades dos países centrais e as do nosso país, em regra, usam mal este recurso. Daí resultarem desempenhos econômicos insatisfatórios, embora não contabilizados, das cidades em geral. Aqui, todavia, é importante lembrar que o mau desempenho das cidades dos países centrais é financiado pelos periféricos, que não têm a quem transferir o ônus de seu próprio mau desempenho. Uma modalidade particular deste grupo de fatores da sustentabilidade é a que se refere à sustentação de paisagens de valor especial. Nos países de tradição e espírito extrativistas, como o nosso,

tal fator da sustentabilidade é dissipado antes que se tenha motivado um interesse estrutural por sua exploração mais adequada. Muitas vezes é explorado em perspectiva puramente extrativista, com os empreendimentos promovendo exploração reducionista de seus valores e seguindo avante quando estes se esgotam (as praias e os rios piscosos, por exemplo).

A sustentabilidade associada à capacidade de absorção de impactos ambientais, fisicamente intransferível, também determina desempenhos econômicos e ambientais variáveis em função das formas de seu aproveitamento. Esta questão começa a assumir grande visibilidade em duas tendências: a de transferência de indústrias geradoras de poluição em geral e de resíduos perigosos em particular para os países periféricos e, já ocupando manchetes de publicações de caráter ambiental ou geral, a de aluguel de áreas de disposição nos países periféricos. (Em verdade, cidades ricas do primeiro mundo "compram" ou "alugam" áreas de cidades vizinhas mais pobres para a disposição de seus efluentes.)

É comum, como já referido acima, a transferência de sustentabilidade entre países. A ampliação da capacidade de transferir sustentabilidade entre países, na prática, extinguiu o antigo conceito geográfico de superpopulação baseado nos recursos naturais disponíveis. Sem lançar mão da sustentabilidade alheia, muitos países não comportariam suas populações atuais, com os níveis de qualidade de vida que ostentam. O exemplo mais óbvio é a Europa Ocidental, principalmente em relação às disponibilidades de recursos energéticos (se a via nuclear for gradualmente abandonada). No Brasil existem Estados relativamente superpopulosos em relação aos recursos energéticos de que dispõem em seus territórios, sendo o melhor exemplo o de São Paulo, se levarmos em consideração que uma forte ampliação do Proálcool encontraria ali o conflito com a necessidade de produzir alimentos para a população e para a exportação.

Na manipulação da sustentabilidade é muito freqüente que um fator da sustentabilidade seja transferido para potencializar a exploração de outro fator. O melhor exemplo presente é o do projeto de transposição do rio São Francisco para irrigar parte do Nordeste, que tem bons solos e pouca água, além de ter contingente populacional expressivo no meio rural. Solo sem água é como água sem solo: não produzem alimentos. Todavia é necessário considerar que a falta de água no Nordeste é relativa, se fizermos comparação com outros paí-

ses do mundo, que sobrevivem em condições econômicas melhores que o Nordeste brasileiro, com menos água (África do Sul, Israel, partes da Espanha, dentre outros).

Uma das razões alegadas para a transposição do São Francisco é que muitos reservatórios locais (açudes) estão fortemente assoreados. Ora, o forte assoreamento é um grande indicador de que água existe, ainda que caindo irregularmente. Combater o assoreamento por medidas estruturais é preservar recursos hídricos, e isto pode beneficiar tanto as áreas que serão contempladas com os canais de distribuição quanto outras que não poderão ser atingidas pela transposição. Inexiste exemplo melhor de grande intervenção mal divulgada. Com efeito, além de a abrangência do benefício ser obrigatoriamente limitada, não se fala em balanço energético (caudais retirados da geração rio abaixo e energia consumida na transposição e distribuição), em custo por hectare, em que fazer para as regiões que não serão beneficiadas. Não parece projeto que beneficie de fato o nordestino, não porque não terá êxito pontual, mas porque está sendo relegada a alternativa mais natural de mobilizar adequadamente as disponibilidades locais, e só depois de esgotadas as possibilidades, aí sim, complementarmente e com espírito econômico e ambiental bem consolidado, promover uma transposição mais bem estudada. Há muito tempo que o projeto rola por gavetas e estantes? Também o alternativo rola ou não terá sequer sido concebido.

Ainda a esse respeito, não poderia deixar de dizer que grande parte das frentes de obras tem por objeto a construção de barragens para a formação de açudes. Um dos fatores decisivos para o bom desempenho dessas barragens é a umidade com que o solo é compactado. Se ele vem da jazida com excesso de umidade, precisa ser posto a secar antes de compactado, e se vem muito seco terá de ser umedecido. Como tais obras são feitas nas fases mais agudas de seca, o solo vem muito seco da jazida e não há água para aumentar seu teor de umidade, de modo que, no dizer da engenharia de obras de terra, o solo é compactado "no ramo seco". A consequência desse fato é que grande parte das barragens desses açudes rompe quando chegam as primeiras chuvas. (Fragmentos do relato apresentado no *Terceiro Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, em 1981, em São Paulo, por Jaime Gusmão, pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco.)

IV – GEOLOGIA DE BELO HORIZONTE

*Reconhecida, a geologia revela possibilidades;
não reconhecida, determina desempenhos.*

Dados existentes

A geologia de Belo Horizonte (ver Figuras 10, 11, 12 e 13) é bem conhecida há bastante tempo. Uma faixa estreita a sudeste do município foi objeto de mapeamento geológico sistemático, à escala 1:25.000, juntamente com o restante do Quadrilátero Ferrífero, área clássica da geologia mundial, em trabalho concluído na década de 60 pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), em convênio com o United States Geological Survey (USGS) dos Estados Unidos²; mais tarde, na década de 80, o território foi mapeado, pelo Instituto de Geociências Aplicadas do Estado de Minas Gerais, à escala 1:50.000. Novo mapeamento foi executado no período de 1993-1995, à escala 1:25.000, em convênio da PBH/SMPL com a Fundep/UFMG, sendo executor o Departamento de Geologia. Não foi este mera repetição ou adaptação de escala, porque em sua elaboração aproveitaram-se os dados dos anteriores e fez-se a incorporação de aspectos fundamentais para que o mapa geológico se adequasse à condição de suporte para o desenvolvimento de produtos derivados, dentre os quais se incluem o mapa de Zoneamento Geotécnico do Município de Belo Horizonte; o Mapa de Predisposição ao Risco Geológico; o Mapa de Zoneamento Hidrogeológico; o Mapa de Disposição de Efluentes Inertes; e outros. Considerando a filosofia que presidiu a realização desses mapeamentos e a extração de informações, aproveitadas na revisão da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, em 29 proposições formais à PBH e numerosos pareceres técnicos envolvendo subáreas do município, pode-se dizer que a cidade é dotada de um dos mais completos conjuntos similares, provavelmente resistindo a comparações no plano mundial.

2. Não obstante o excepcional serviço prestado por instituições semelhantes, muitas delas correm risco de extinção, caracterizando bem o desvario suicida da civilização atual.

Estratigrafia

A estratigrafia reúne as entidades geológicas integrantes da parte composicional da geologia de dada área. Essas entidades organizam-se em agrupamentos semelhantes aos adotados em biologia (havendo os correspondentes aos filos, classes, ordens, famílias, gêneros e espécies). No caso de Belo Horizonte, trabalhando com acentuada simplificação, que espero merecer a compreensão dos colegas mais acadêmicos, promovemos quatro grandes agrupamentos, não muito diferentes dos oficiais.

Os gnaisses

Compõem o mais antigo agrupamento, de idade arqueana, chamado Complexo Belo Horizonte (Agm), constituído genericamente de gnaisses (com vários termos locais adjetivados ou prefixados, como em gnaisses migmatíticos e biotitagnaisses, ou específicos, como migmatitos). Este conjunto ocorre em cerca de 70% do território municipal, ocupando o território situado a norte de uma linha de direção sudoeste-nordeste, que vai, mais ou menos, do vale do Jatobá, passando pela Mannesmann, Parque da Colina (incluído), praça da Assembléia, Santa Efigênia, Pompéia, até sair do município, quase à margem direita do Arrudas, em Caetano Furquim. É seu caráter mais geral o fato de ser um conjunto de rochas cristalinas que teve um passado de rochas ígneas e sedimentares, submetido a processos de metamorfismo que provocaram refusão parcial em grandes profundidades, e recristalização generalizada. Em tal processo podem ter ocorrido perdas e ganhos de materiais, trocados com terrenos envolventes, e uma tendência de homogeneização. Estas rochas apresentam-se, quando sãs, muito resistentes, com cristais milimétricos a centimétricos bem visíveis e às vezes dispostos ao longo de superfícies mais ou menos bem definidas e denotadas por variações de coloração, chamadas foliação gnáissica. (Nos migmatitos propriamente ditos, essas superfícies são caprichosamente recurvadas, às vezes assumindo feições de volutas barrocas, que podem ser vistas em pedreiras desativadas no território municipal.) O termo genérico gnaisse, embora onipresente, não deve transmitir idéia de homogeneidade muito grande, aliás já desfeito pelas adjetivações acima referidas. Não obstante, para alguns significativos efeitos geotécnicos, pode ser considerado um conjunto razoavelmente homogêneo.

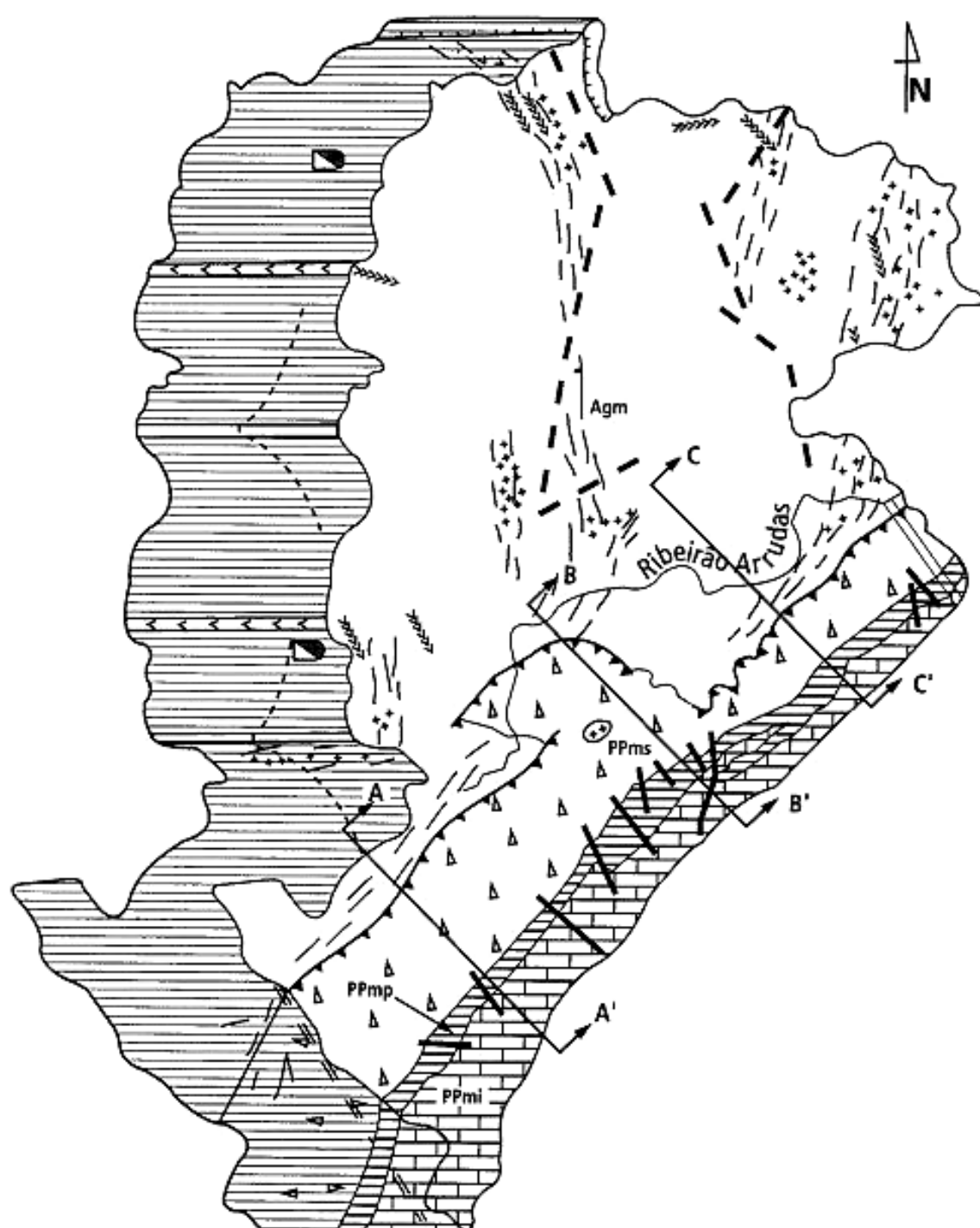
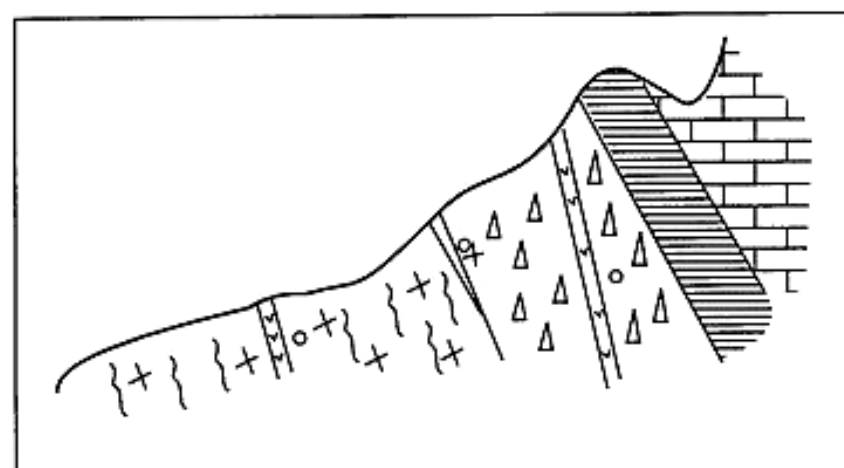
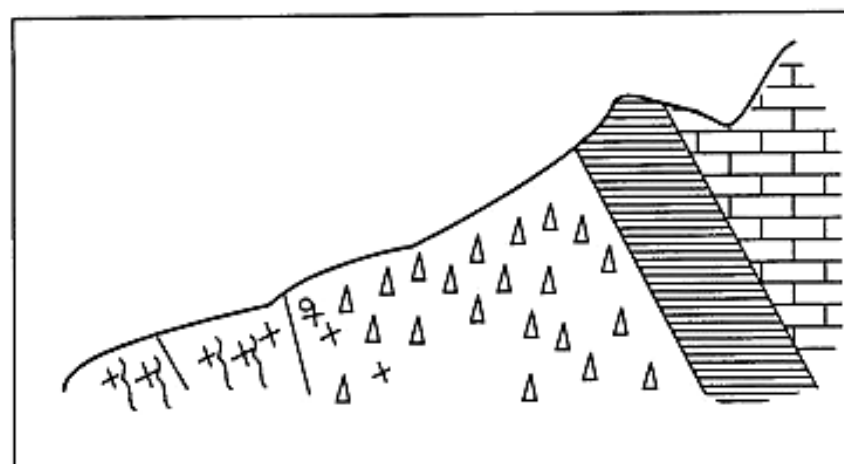
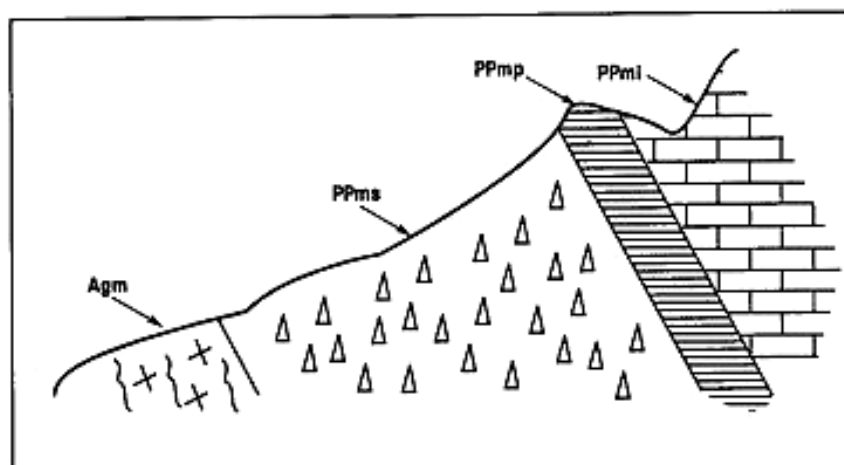


FIGURA 10 - Plataforma Geológica de Belo Horizonte (Mapa Geológico de Belo Horizonte, do trabalho citado neste capítulo e no item 9, de Leituras Recomendadas). Na borda ocidental, exposta, da Plataforma, figuram, simbolicamente, poços tubulares e hipotéticas galerias de metrô.



O Complexo Metassedimentar

O segundo agrupamento é chamado Complexo Metassedimentar, de idade paleoproterozóica, que ocorre da linha acima referida até a extremidade sudeste do município de Belo Horizonte, ao longo da crista local da Serra do Curral. A característica mais geral deste agrupamento é o fato de ser constituído de rochas de origem sedimentar, de facies marinha, submetidas a metamorfismo de grau baixo a moderado. Isto significa que, diferentemente do agrupamento anterior, não são rochas cristalinas no sentido dado ao termo acima. Com efeito, dado o grau bem mais baixo de metamorfismo, não houve em igual medida o surgimento de minerais novos, a recristalização é bem mais moderada e não houve qualquer situação de refusão dos materiais rochosos.

Não são cristalinas as ligações existentes entre os grãos dos diversos minerais. Integram-no agrupamentos menores que fazem parte do Supergrupo Minas da literatura geológica oficial. Tais agrupamentos menores são, do mais antigo para o mais novo: o Grupo Itabira, o Grupo Piracicaba e o Grupo Sabará. (A nomenclatura geológica geralmente aproveita para a unidade descrita nome de localidade onde ela ocorra de modo particularmente expressivo ou típico; assim sendo, o leitor poderá fazer associações geográficas freqüentemente.). Está sendo omitido aqui o grupo mais antigo, denominado Caraça, constituído de quartzito e filito, porque não ocorre no município de Belo Horizonte.

O *Grupo Itabira* (PPmi), de maior expressão econômica, assenta-se sobre o grupo Caraça e é constituído por duas formações: a Formação Cauê, constituída de itabirito e hematita compacta, é a formação ferrífera por excelência não só em Belo Horizonte, mas em todo o Quadrilátero Ferrífero. Esta formação tem característica que traz, modificada, de sua origem sedimentar, que é a alternância, em níveis milimétricos a submilimétricos, de lâminas de hematita e de lâminas de sílica (constituente do quartzo). Nas condições normais, não forma jazidas, porque o grau de impureza em sílica é grande. Jazidas de ferro formam-se em contextos precisos, no desenvolvimento de processos geológicos especiais através dos quais ocorre remoção da sílica e conseqüente enriquecimento em hematita. (Para o leigo que esteja curioso, não sei explicar bem o porquê da alternância regular das lâminas de hematita e sílica, já da sedimentação da rocha, mas alguns defendem a alternância precisa de condições ambientais favorecendo a precipitação, em processo de sedimentação química, ora de sílica, ora de

hematita, ou do óxido de ferro que lhe deu origem, a liberação de ferro de rochas preexistentes mais complexas podendo ser devida à ação bacteriana.) A outra formação integrante do Grupo Itabira é conhecida por Formação Gandarela, constituída por sedimentos de origem química e clástica. A porção química, sua marca mais saliente, é resultante da precipitação de carbonato de cálcio e magnésio (daí seu componente mineral mais importante, a dolomita, carbonato de cálcio e magnésio), e a rocha por ele essencialmente constituída é o dolomito (a geologia reserva a terminação -ita para minerais e -ito para as rochas por eles formadas). A porção clástica da Formação Gandarela resultou da sedimentação mecânica de materiais terrosos (a palavra clástica diz exatamente isto), que constituem hoje os filitos desta Formação. Como nem tudo é precisamente delimitado, há componentes intermediários complicando esta aparente simplicidade que recebem designativos duplos, como filito dolomítico, e também filito hematítico, na Formação Gandarela.

O Grupo *Piracicaba* (PPmp) representa a retomada da sedimentação essencialmente terrígena (ou clástica) na bacia sedimentar onde tais rochas se formaram (o Supergrupo Minas alterna formações de natureza clástica e química, sendo o Grupo Caraça clástico, o Grupo Itabira predominantemente químico e os demais predominantemente clásticos). Compreende quatro unidades de hierarquia subordinada, que são: a Formação Cercadinho, a Formação Fecho do Funil, a Formação Taboões e a Formação Barreiro. A Formação Cercadinho é constituída caracteristicamente de quartzito e filito, intercalados em lâminas centimétricas ou até em bancos de um, ou mais, metro de espessura de quartzito, separado por leitos mais delgados de filito. Tanto os quartzitos como os filitos são bastante variados em textura, coloração e, naturalmente, em aspectos composicionais, de modo que a Formação Cercadinho é uma das mais heterogêneas entre as unidades a serem comentadas. Não obstante, essa heterogeneidade até ajuda a reconhecê-la, além de outros aspectos típicos, como no caráter luzente de filitos escuros de cor plúmbea, ou prateados, e de quartzitos formando bancos muito fraturados, ambos os aspectos presentes no talude da avenida Raja Gabaglia, acima da entrada do bairro Estrela Dalva. As três formações seguintes são bem menos expressivas em Belo Horizonte, e vamos tratar delas muito sucintamente. A Formação Fecho do Funil é essencialmente constituída de filitos de tonalidades diversas, e eventual confusão entre eles e os filitos Cercadinho ou mesmo Sabará não con-

duzem a qualquer repercussão prática para os fins mais comuns da geologia urbana. A Formação Taboões é constituída de quartzito muito fino e em geral branco-leitoso. Ocorre no território de Belo Horizonte em corpos muito delgados, praticamente não individualizável. A Formação Barreiro tem como termo litológico principal um filito negro, grafitoso, untuoso ao tato, ou fosco e pulverulento, também de ocorrência muito secundária, mas distinguível em alguns pontos, como no Chuá e na via que dá acesso ao bairro Belvedere.

O Grupo Sabará (PPms) até recentemente era considerado uma formação do Grupo Piracicaba. Dados os aspectos relevantes do ponto de vista estratigráfico, dentre os quais sua grande espessura, foi recentemente destacado como Grupo. Em Belo Horizonte está mapeado ainda como indiviso, embora sejam consideradas variações litológicas (composicionais) e de grau metamórfico relevantes, notadas próximo ao contato com o Complexo Belo Horizonte, onde o grupo estaria parcialmente granitizado,³ e aí, através de seu solo residual, confundindo-se um pouco com os correspondentes dos gnaisses. A litologia típica do Grupo Sabará em Belo Horizonte é um filito que, em superfície, apresenta-se com colorações variadas, mas predominantemente castanhas, amarronzadas, cor de vinho, untuoso ao tato e com característica foliação designada por xistosidade, cujos modelos mais próximos para comparação podem ser as massas folhadas e os queijinhos laminados dos supermercados.

3. Aproveito para lembrar que a teoria da granitização, um dos maiores avanços científicos da geologia no presente século, na área de petrologia, deve-se a Djalma Guimarães, mineiro, trabalhando em Belo Horizonte, em feito que justificaria plenamente um prêmio Nobel, de Química, ou até de Física, à falta de um equivalente da Geologia, esquecimento maior da Comissão de tal prêmio, devido ao fato de um dos maiores êxitos do cientista-empresário, que lhe empresta seu nome e lhe deixou fundos, ter-se dado precisamente no desenvolvimento da dinamite para escavar os duros granitos da Escandinávia na mineração e na construção ferroviária; o trabalho de Djalma Guimarães, cujo centenário passou recentemente, envolveu muito conhecimento de química e física para estabelecer, pela primeira vez na história da ciência geológica, que nem todos os granitos eram primários, isto é, formados diretamente das fontes magmáticas, mas parte deles era formada a partir de magmas secundários, originados da refusão total de rochas preexistentes. Agradeço ao Professor Wolney Lobato, que conviveu com o ilustre cientista e me passou referências bibliográficas, que começam em 1938 com o artigo Metallogênese e a teoria dos elementos. *BoL. DNPM*, n. 24 – Serviço de Fomento da Produção Mineral, Rio de Janeiro, 67p.

As intrusivas

O terceiro agrupamento é o das rochas ditas intrusivas (rochas de origem ígnea que penetram as rochas preexistentes por complexos mecanismos ditos de intrusão). Há pelo menos três subgrupos: um de natureza granítica, reconhecido muito pontualmente no *plug* granítico do Aglomerado do Morro das Pedras; outro de rochas de composição semelhante à do basalto, provavelmente incluindo uma geração de 2.000 Ma e outra de 900 Ma;^{3a} o terceiro é composto pelos veios de quartzo. Dada a objetividade deste trabalho, as referências serão sumárias. Em primeiro lugar, o conjunto ocupa área insignificante, portanto com escassa influência global, embora com certa influência em aspectos geotécnicos associados a obras de engenharia, e hidrogeológicos, de interesse para a gestão.

As intrusões graníticas são de aspecto dômico e em geral podem estar presentes em quantidades apreciáveis em profundidade. A que é bem conhecida ocorre, como já referido, no Aglomerado do Morro das Pedras, onde chegou a ser lavrada para brita, estando lá a cavidade abandonada e ocupada por moradores, no alto do morro, a oeste da avenida Raja Gabaglia. Deixemo-la apenas como uma particularidade geológica, que não temos nada de especial para dizer de seu papel, senão que um dia produziu brita incorporada à massa antrópica da cidade.

Os veios de quartzo ocorrem cortando em princípio todas as rochas já descritas e são bem distinguíveis nos cortes viários, onde se exibem freqüentemente sob a forma de filetes de cristal de rocha muito fragmentados. Sua importância geotécnica direta é diminuta, mas a indireta pode ser considerável. A influência direta está relacionada à possibilidade de, onde mais espesso, o veio de quartzo determinar um limite de sondagem a percussão (impenetrável), que, se não reconhecido em sua verdadeira natureza, pode determinar a colocação de fundações em nível mais alto que o necessário, e assim a obra construída vir a ser prejudicada por recalques comprometedores, devido à ocorrência abaixo de tais veios de rocha ainda muito intemperizada. A influência indireta resulta do fato de, muitas vezes, esses veios de quartzo, fraturados, estarem cortando rochas acentuadamente imper-

3a. CHAVES, A. O. *Enxames de diques máficos proterozóicos da porção meridional do Craton do São Francisco*. Belo Horizonte: IGC-UFMG, 1996 (Dissertação de Mestrado).

meáveis, como os filitos em geral e particularmente os do Grupo Sabará, que só perdem para os gnaisses em extensão de ocorrência no município. Nesses casos os veios são praticamente a única via de condução de águas pluviais para o interior dos filitos, em geral estéreis como reservatórios de água, podendo torná-los localmente capazes de conter água subterrânea suficiente para o funcionamento de cisternas ou poços tubulares de pequena produção.

As rochas de composição basáltica ou similar ocorrem analogamente aos veios de quartzo como diques ou soleiras (*sills*). O dique é uma massa rochosa de forma tabular intrometida na seqüência natural das rochas encaixantes, como se estivesse lá para represar água, por exemplo. Como ele interrompe a seqüência dos estratos ou da estrutura foliar da rocha hospedeira, é dito no caso uma intrusiva discordante. Há casos em que a rocha intrusiva, aproveitando zonas de fraqueza da encaixante, ou hospedeira, intromete-se ao longo dessas zonas, ficando entre estratos distintos, como uma camada de chocolate num bolo de camadas. Quando a disposição das camadas era sub-horizontal, como no bolo, essa intrusão é designada por um *sill*, ou, aproximadamente, soleira, e a intrusão é dita concordante. Estas rochas já podem exibir importante papel geotécnico local. Por exemplo, um papel semelhante ao acima referido para o veio de quartzo. Além disso, como se trata de rochas constituídas de minerais ferromagnesianos muito mais instáveis que o quartzo, elas tendem, mesmo a profundidades de dezenas de metros, a estar intemperizadas (transformadas em solos residuais), que podem ser distinguidos localmente dos solos das rochas hospedeiras por características tonalidades discrepantes, indo do amarelo ocre ao vermelho sangüíneo, às vezes esverdeado. Em profundidade, portanto, podem estar reduzidas a núcleos elipsoidais de rocha sã, excepcionalmente dura (pedra ferro ou cabo verde no linguajar dos homens do campo) totalmente envoltos em seu solo residual. Nesses casos a possibilidade de induzir a equívocos os sondadores é muito maior, e a fundação de casa ou prédio pode ser posta sobre tais blocos, em verdade "flutuantes" numa massa pouco resistente, que afundará quando receber as cargas provenientes da superestrutura da obra. A estes blocos flutuantes podem também associar-se riscos severos na execução de escavações de tubulões por via manual: quando a escavação ultrapassa um desses diques em seu solo residual e posteriormente se promove o alargamento da base do tubulão, o dique passará a estar sobre o operário que escava (diz-se que a escavação está

sendo feita na lapa do dique); se houver um desses núcleos de rocha sã, não notado pelo operário, sobre a superfície inclinada da escavação, pode ocorrer um desabamento brusco, soterrando-o. A influência geotécnica local pode ir muito além. Com efeito, esses diques podem, de fato, estar funcionando como barragens naturais, barreiras de permeabilidade, determinando, por exemplo, a sustentação de níveis d'água altos a montante e baixos a jusante. As implicações geotécnicas para os engenheiros são óbvias. Outras implicações para a gestão podem ser excepcionalmente relevantes. Por exemplo, diques dispostos em verdadeiros enxames, quando cortam rochas dotadas de permeabilidade acentuadamente maior que a deles, como em gnaisses fissurados, podem determinar locais favoráveis para a acumulação de águas subterrâneas e, portanto, indicadas para a execução de poços tubulares; podem determinar compartimentos hidrogeologicamente isolados e, portanto, favoráveis para a acumulação de resíduos orgânicos como em fossas, cemitérios e outros. Estão, assim, conceitualmente associadas aos diques possibilidades que não são conhecidas talvez porque nunca exploradas.

As formações superficiais

O caçula dos agrupamentos acima referidos, que integram o registro do substrato geológico regional, em princípio, tem 900 Ma. Ocorreria perguntar: o processo geológico parou desde então? Podemos agora falar das formações superficiais, que, de imediato, classificaremos em naturais e antrópicas, porque o Homem assume seu papel construtivo, no sentido geológico (porque, neste sentido, desmontar uma colina significa em geral construir duas esplanadas, uma por escavação e outra por aterramento; permitir que a erosão linear intensa rasgue uma imensa voçoroca é a um tempo construir um *canyon* e um delta antropogênico), mas muitas vezes destrutivo no sentido econômico, social e ambiental. Para falar de formações superficiais importa falar um pouco antes do processo de elaboração do relevo atual ao longo do tempo geológico (grande vantagem psicológica que tem o geólogo é a da paciência, acostumado a percorrer uma linha de tempo bem mais longa que as dos historiadores, escassamente batendo em 4.500 anos, quando a do geólogo é pelo menos 1 milhão de vezes mais extensa, só perdendo para a do astrofísico, que será pelo menos três vezes maior, mas cuidando do intangível, enquanto o geólogo, ao

transpor um contato geológico, ao caminhar 1 metro, avança ou recua 2.000 Ma).

Não vamos continuamente, mas aos saltos. No Cretáceo, que transcorre com o triunfo maior dos dinossauros e termina com a queda deles, a região do Quadrilátero Ferrífero era uma superfície mais ou menos nivelada pouco abaixo do atual topo da serra do Curral, que então estava em nível muito mais baixo que o atual em relação ao nível do mar. Um movimento epirogênico (soerguimento continental) alçou toda a região, dando início a um processo erosivo intenso, que deixou nova superfície aplainada em nível mais baixo, onde pontificavam serras não muito expressivas, apenas algumas centenas de metros, pairando como testemunhas na planície (sentido puramente geométrico) imensa. Esses testemunhos montanhosos eram localmente as serras de itabirito, como a Serra do Curral, e de quartzito, como o Caraça e o Itacolomi. A superfície foi chamada Superfície Sul-Americana, por causa de sua extensa continuidade geográfica, por um sul-africano que deixou rastros de trabalho empenhado por aqui (Lester King). Extintos os dinossauros, restos deles deviam estar soterrados nessa superfície. Sobrevém novo pulso epirogênico, já no Terciário, e a erosão começa de novo a retalhar o então planalto. Este é um maravilhoso processo de exumação em que se remove a cobertura para revelar o que estava soterrado (para ganhar de um lado, é inevitável perder de outro, e esta erosão, levando a cobertura, arrastou o que poderia haver de restos dos dinossauros). Neste processo, não se fazem cortes rasantes, como costumam fazer preguiçosos e arrogantes planejadores oficiais (felizmente com o repúdio de seus colegas mais sensatos), e é aí que reside a maravilhosa lição da natureza: respeitam-se, em benefício do diverso desempenho, as diferenças naturais, individuais ou agrupadas em conjuntos homogêneos. Com efeito, as serras de quartzito e itabirito, mais uma vez, resistem mais que as outras, por uma associação a elas muito favorável de resistência mecânica e de estabilidade química. No extremo oposto, o forte gnaiss tem componentes fracos em estabilidade química e é mais profundamente arrasado que os anteriores. Rochas de resistência intermediária (ainda combinação do aspecto químico com o mecânico) formam saliências relativas, como é o caso do alinhamento de pequenas serranias formadas na faixa de ocorrência da Formação Cercadinho (caracteristicamente uma subserra de morrotes descontínuos, como na subserra da reserva da Copasa ao sul do bairro Buritis, Mangabeiras, Baleia), separadas estas serranias da crista

principal por uma faixa relativamente deprimida da Formação Gandarela, mostrando claramente que, se não fosse pela "ajuda" do Cercadinho, áreas como o Belvedere e outras longitudinais à crista principal teriam sido muito mais profundamente arrasadas e a escarpa superior da serra do Curral poderia ser bem mais alta do que é.

Para onde foram os ossos de dinossauros do território de Belo Horizonte? Se desde o início seguiram São Francisco abaixo, foram construir as camadas terciárias da bacia Sergipe-Alagoas. Os materiais terrosos hoje estariam compondo folhelhos, siltitos e calcários da Formação Piaçabuçu, Membros Calumbi e Marituba, que, muitas vezes, descrevi com o auxílio da lupa na pesquisa de petróleo nos idos de 1971 a 1973; os químicos (carbonatos) da Formação Gandarela e dos gnaisses e o cálcio dos ossos de dinossauros foram compor a vasa micrítica dos calcários e nutrir o crescimento de conchas de pelecípodos, braquiópodos, às vezes maravilhosamente piritizadas, perfeitinhas, reluzentes em seu brilho áureo, e de outros moluscos daquela mesma formação (é a lei que Lavoisier aprendeu com a natureza, algo muito fora de moda, aqui ilustrada pelo processo geológico). Portanto, nesse tempo todo a área desempenhou papel eminentemente de área-fonte, cedendo materiais para novas formações geológicas (no caso precisamente identificáveis, na hipótese de o São Francisco não ter mudado seu curso nesse tempo).

Do acima exposto conclui-se que a regra, do Cretáceo ao presente, foi não construir, mas remover as formações superficiais e do substrato. Todavia o processo não removeu todas e não impediu a limitada formação de outras. Entre as formações superficiais que resistiram ao processo erosivo, e no caso protegendo seu próprio substrato, está a canga (tapiocanga ou itapanhoacanga dos geomorfólogos ameríndios). Esta formação, em verdade, embora não os exclua, prescinde de materiais novos para formar-se, e sua gênese deve-se a processo natural de endurecimento, ou encouraçamento, do material superficial da formação ferrífera. Sua forte cimentação é devida à precipitação de óxido de ferro, obtido desta mesma formação. Uma vez formada a couraça, ela só é removida por via mecânica muito eficaz, por exemplo, por solapamento de seu suporte local seguido de desabamento nas situações em que a cornija, fraturada, fica em balanço. Outra via natural de removê-la seria a mudança eficaz de parâmetros físico-químicos ambientais (particularmente pH), que promovesse a redução do íon ferro de trivalente para bivalente, tornando-o solúvel e, portanto, mobi-

lizável em solução. É esta formação superficial que responde mais eficazmente que o próprio substrato ao processo erosivo, explicando assim a magnífica moldura de ferro do Quadrilátero. No território de Belo Horizonte, ela ocorre na estreita tira da crista da serra do Curral e em pontos a norte da serra em que os escombros de seu desabamento passaram por processo ulterior de couraçamento. Ainda em associação íntima com a escarpa da serra, materiais gravitacionalmente aluídos e verdadeiros leques torrenciais (corridas de lama com detritos rochosos) formaram-se, a maior parte removida, mas uma parte preservada, hoje exposta ou recoberta de materiais argilosos em pontos tão distantes da crista como a Afonso Pena, próximo ao Parque Municipal, e o magnífico testemunho exposto na Câmara Municipal de Belo Horizonte, onde o caráter coluvial interpenetra-se com o aluvial, e que deveria ter merecido da Câmara a sua transformação em um de pelo menos dez monumentos geológicos de Belo Horizonte. O exemplo mais ilustrativo do caráter torrencial-gravitacional encontra-se no Alto Vera Cruz, à esquerda de quem segue do cemitério da Saudade para o Taquaril, logo após o vale do córrego Taquaril. Nesse local vê-se amontoado de blocos em forma de lascas rochosas caoticamente imersos em massa de material ferruginoso, onde localmente se observam belos exemplos de pisólitos de óxido de manganês. Fenômenos de bioturbação parecem ter participado de um processo de couraçamento suficientemente forte para manter o conjunto estável, mesmo em cortes verticais, no local precisamente assinalado.

A importância geotécnica dessas formações varia muito de ponto a ponto, sendo relevante nos locais em que se encontra soterrada em solo coluvial vermelho, podendo conduzir a equívocos em geral muito mais graves que os já referidos para as intrusivas em relação a imprevistos de fundações. Uma formação superficial de relativa importância é a que ocorre no bairro Belvedere. São sedimentos alúvio-coluviais que entulham o fundo de uma feição deprimida do local, provavelmente gerada por um processo de dissolução dos carbonatos da Formação Gandarela (carstificação). A existência desses sedimentos com mais de 20 metros de espessura é fator de significativo encarecimento das fundações de casas e edifícios no local. Na área urbanizada é a mais expressiva nesta situação. As demais formações superficiais expressivas são as aluviais, ao longo dos principais eixos de drenagem locais. São em geral de cascalho rolado e arenosas, mas localmente podem envolver alguma matéria orgânica (difícilmente em configu-

rações tão expressivas quanto a de Vila Barraginha, em Contagem, de sinistra memória para todos nós). Ao longo desses eixos, o potencial de gerarem problemas geotécnicos de relativa envergadura não deve ser desprezado. A recente abertura do canal ao longo da avenida Tereza Cristina, a montante da avenida Amazonas, expôs terraços formados por corpos de seixos rolados alguns metros acima do fundo do vale, recobertos por colúvio argiloso natural e por depósitos antrópicos.

Finalmente as atividades antrópicas geram formações superficiais, voluntária ou involuntariamente, que tendem a soterrar gradualmente a Cidade em seus pontos mais baixos.⁴ Nesta linha, em futuro não tão remoto quanto se pensa, Belo Horizonte vai cansar-se de urbanizações de manutenção dispendiosa, provavelmente sem futuro a longo prazo, às margens de algumas vias sanitárias; irá desurbanizá-las e construir sobre seus escombros. (Neste sentido, é oportuno chamar atenção para o greide relativamente alto adotado em parte da via Expressa em Contagem, deixando áreas marginais, ainda constituindo áreas de risco de inundações, que devem ser removidas, permitindo o enchimento com entulho e bota-fora, imobilizando-os aí, impedindo que escapem por erosão em direção à Pampulha; este greide relativamente alto, permitindo o preenchimento seguro da faixa marginal, exemplifica bom tratamento de adaptação da infra-estrutura em linha preconizada neste livro; se, todavia, for permitida a ocupação definitiva em nível mais baixo que o piso da avenida, ter-se-á perdido a oportunidade de aproveitar a circunstância favorável criada, além de permitir a exposição continuada das futuras superestruturas ao risco local de inundações.)

As formações antrópicas, voluntárias e involuntárias, são variadíssimas. Entre as primeiras estão os aterros e os chamados bota-foras, regularizados e clandestinos, ou não regularizados. Predominaram até recentemente em Belo Horizonte, ao longo de avenidas em áreas pouco ocupadas, em lotes particulares, muitas vezes sem conhecimento do proprietário, e em áreas baixas ou erodidas onde o proprietário afixava placa dizendo aceitar terra e entulho. Muitos bota-foras mal-dispostos provocaram inúmeras disfunções urbanas, dentre as quais, por sua erosão, a incorporação de caudal sólido às enxurradas entupindo bueiros e galerias pluviais, provocando inundações e assoreando áreas baixas. Embora diminuídos, não se extinguíram. Estes materiais,

4. Não fora saber disso e provavelmente Schliemann teria parado pelas primeiras camadas, não chegando à sexta ou sétima, que era a Tróia verdadeira.

considerados inertes, depois de descartados de componentes recicláveis (merecedora de aplauso a iniciativa da PBH de criar centrais de reciclagem) podem constituir-se grandes aliados da Gestão na reabilitação de áreas degradadas. Voltaremos ao assunto.

Quanto às formações antrópicas involuntárias, o exemplo geral é o do assoreamento de áreas baixas, marginais. Este assoreamento virá inelutavelmente nas áreas não canalizadas. Isso não significa que a canalização de todos os fundos de vale é solução: o abuso (muito diferente do uso bem fundamentado) das canalizações é intrinsecamente um mal maior que o assoreamento proximal, pois significa uma transferência rio abaixo dos materiais geológicos e antrópicos, sem controle de sua acomodação "natural", e o resultado é a inundação provocada por estreitamento da seção de escoamento, o impacto sobre a fauna aquática e vários prejuízos para o ribeirão a jusante. É um desvio moral intolerável, porque responsável por prejuízos colossais para o País, entretanto mal repartidos (caracterizando-se o desvio moral na injusta repartição do prejuízo atual e na sobrecarga das gerações futuras). Belo Horizonte tem um dos mais espetaculares exemplos de formação antrópica não voluntária do País no delta tecnogênico da Pampulha, onde se instalou o processo geológico de sedimentação induzido pela ação antrópica, no caso a execução da barragem da Pampulha. Não deveria ela ser feita? Não é isto. Acontece que o assoreamento tecnogênico da Pampulha é um daqueles efeitos colaterais negativos das ações antrópicas. Explicarei pormenorizadamente como e por que ocorreu, apenas aqui antecipando a visão pessoal de que o lago deve ser totalmente desassoreado, pois, se não o fizermos, será demonstração cabal de que não sabemos o valor de nosso território, e de que, portanto, talvez não o mereçamos.

Estrutura geológica

Não vale a pena falar da estrutura geológica dos gnaisses, senão que ela se manifesta, dentre outras, por feições de foliação já descritas e por fraturas de variada extensão. Nem também se justifica descrever os processos tectônicos que geraram a estrutura geológica correspondente à faixa metassedimentar, que passarei a descrever, mas assinalo que é um dos ramos mais interessantes da ciência geológica e refere-se a um dos processos de maior repercussão prática: não fosse o tectonismo que dobrou as rochas, chegando a inverter seu seqüenciamento natural e que as fraturou generalizadamente, tudo seria muito diferen-

te de como é, e, por outras associações, certamente nenhum de nós estaria aqui nem em qualquer outro lugar da Terra. Para fundamentar o que se acaba de declarar, basta dizer que rocha não fraturada não oferece superfície específica para o ataque químico dos agentes do intemperismo; não haveria solos para serem erodidos; não haveria processos de sedimentação como os conhecemos; não haveria solos aráveis; não haveria florestas; não teria havido dinossauros; não estaríamos aqui.

A estrutura geológica do Complexo Metassedimentar, em Belo Horizonte, é descrita como a aba invertida de um sinclinal a que falta a outra aba. As seções contidas nas FIG. 11, 12 e 13 não ilustram a feição por causa da escala. O fato de estar invertida a aba do sinclinal significa que a formação mais antiga do conjunto, que deveria estar por baixo, está por cima das demais. Isto significa que, se for feito um furo de sonda vertical a partir da crista da serra, ele atravessará a Formação Cauê (mais antiga) e sucessivamente as mais novas, até deixar o Complexo Metassedimentar, penetrando os gnaisses. A outra aba, que deveria estar para norte, por exemplo, na região da Pampulha, repetindo simetricamente a aba sul, foi destruída por erosão. Esta situação estrutural tem inúmeras implicações práticas. A primeira é que, beneficiada pelo fato de que o mergulho da estrutura é voltado para sudeste, a escarpa superior da serra, estando a noroeste da crista, é quase vertical. Todas as encostas voltadas para noroeste, em maior ou menor medida, beneficiam-se do mesmo fato, que lhes favorece a estabilidade. Dadas as disposições gerais do relevo, são poucas, e mais baixas, as encostas voltadas para sudeste. Nas encostas voltadas para nordeste e sudoeste, como as do espigão da Raja Gabaglia, a estrutura geológica não tem influência significativa em sua estabilidade, na faixa de ocorrência do grupo Sabará. Essa estrutura geológica desempenha também papel relevante na distribuição de água em subsuperfície. Embora parte substancial das rochas da área seja constituída de filitos impermeáveis ou muito pouco permeáveis, quartzitos e dolomito podem localmente ser produtivos. O itabirito da Formação Cauê, um bom aquífero, aflora em porção alta da serra e mergulha para fora do município de Belo Horizonte, de modo que suas áreas potencialmente produtivas estão fora dele.⁵ Do mesmo modo que a estrutura geológi-

5. É uma simplificação, pois, de fato, é possível que o itabirito chegue a contornar a quilha do sinclinal e retorne ao subsolo do território de Belo Horizonte, hipótese que não sei se foi provada ou descartada por sondagens de pesquisa mineral suficientemente profundas.

ca, naturalmente combinada com aspectos estratigráficos e litológicos, determina a circulação de água em subsuperfície, pode determinar também o bloqueio ou direcionar a circulação de contaminantes e poluentes. Ainda, sobre rochas impermeáveis ou pouco permeáveis, como os filitos do Grupo Sabará: não seriam tão eficazes neles quanto em outras rochas medidas mais à frente, recomendadas para controlar o escoamento pluvial.

A fisiografia

Num território em que parte do registro geológico foi exumado por erosão diferencial, expondo o substrato ao lado de suas coberturas, com resultado diverso e instigante, com todas as rochas das seqüências ocorrentes tangíveis, pareceu-me apropriado descrever as rochas para depois agregar-lhes, em conjunto, vinculações determinantes da fisiografia regional e local, sem pretensão de purismo acadêmico, que não é minha habilitação nem minha índole. O leitor pode deitar os olhos, por exemplo, sobre o perfil natural da Serra do Curral, portanto desconsiderando aquele corte formado pela mineração atrás do Parque das Mangabeiras. Verá mais de um talho natural além das passagens heróicas dos rios das Velhas a leste e Paraopeba a oeste, à semelhança de passagens heróicas ou portões de ferro, que exibem o Reno e o Danúbio ao deixarem os Alpes em busca de suas respectivas planícies. Estas incisões naturais sugerem que, num passado remoto, antigos tributários desses rios passaram por ali rompendo a barreira da serra. Enquanto isto os cursos principais aprofundavam suas passagens transferindo para montante aos tributários a energia que ganhavam a cada centímetro de aprofundamento de seu leito. Acabaram por capturar os rios menores que transpunham a serra, e estes abandonaram seus vales fossilizados lá na crista. Não há qualquer importância prática maior no que se acaba de dizer, senão para transposições viárias, mas provavelmente poderá despertar interesse o fato de que os rios disputam áreas de bacias, ganhando aquele que dispõe de maior energia ou que corra em terrenos menos resistentes, em resumo, o que dispõe da combinação mais favorável desses dois fatores. Cada rio, com seus tributários, é muito seletivo na definição de seu curso, porque “escolhe” os alinhamentos cujo entalhamento requer menor energia. No caso do Arrudas, o rio de Belo Horizonte, observa-se que ele tem curso subparalelo à linha da crista da serra, e isto não é casual. Ainda que não exatamente sobre o

contato, há uma linha de menor resistência à erosão próximo ao contato dos metassedimentos com os gnaisses e aí se alojou o Arrudas. A faixa de terreno por onde correm o Arrudas e o Pampulha-Onça é chamada depressão de Belo Horizonte. Nota-se que o território de Belo Horizonte é como um corredor hidrológico, que vê passarem de sudoeste para nordeste esses dois rios, ambos com partes de suas cabeceiras em Contagem. Considerando a elevada torrencialidade, especialmente dos tributários da margem direita do Arrudas (grandes declividades e muitas rochas pouco permeáveis), e a urbanização quase contínua, é natural que os seus caudais de cheias sejam muito grandes para a extensão da bacia, tendendo a crescer muito em futuro próximo. No Pampulha-Onça, o reservatório é capaz de mitigar as cheias no baixo curso por sua capacidade de amortecimento.

A conformação do relevo exhibe grandes desníveis totais (mais de 700 metros do ponto mais baixo ao mais alto) e locais; declividades acentuadas, sem contar a escarpa final da serra, principalmente nas vertentes nordeste e sudoeste do Grupo Sabará e nas cabeceiras em anfiteatros, predominantemente neste e também nos gnaisses; e na margem direita do Arrudas (metassedimentos), vales acentuadamente encaixados. Relictos de superfícies de aplainamento, pequenos e descontínuos, estão presentes em vários níveis, ensejando urbanizações menos agressivas, como nas praças da Assembléia e da Liberdade. Os terrenos de relevo mais suave concentram-se a norte, excluídos os anfiteatros de cabeceiras, na Pampulha e bairros vizinhos.

Essa conformação do relevo, combinada com o aspecto geológico, constitutivo, recomenda urbanização seletiva em relação a arruamentos e edificações, que não foi adotada desde o início, com o padrão geométrico imposto à força no interior da avenida do Contorno, originando ruas com declives muito acentuados. Fora desse perímetro, o padrão teve continuidade ainda por algum tempo, e mais recentemente sobrevieram ruas curvilíneas, mas aí muitas vezes desafiando declividades ainda maiores, não necessariamente implicando a geração de situações de risco local, mas comprometendo aspectos estéticos e funcionais (bairros implantados no Grupo Sabará desde a década de 60, com ruas tortuosas e edifícios com numerosos pisos abaixo do primeiro andar habitado, conferindo-lhes estranha aparência de imensos pom-bais para quem os observa pelos fundos). Na extremidade inferior do espectro social, ocupações improvisadas, sem urbanização, que vai chegando precariamente, determinam situações disfuncionais que vão além

do risco geológico senso estrito, alcançando as suas manifestações colaterais mais insidiosas, porque destituídas da agudeza dos eventos catastróficos, incluídas no conceito estendido de risco geológico. Uma e outra situação serão objeto de comentário em capítulo específico.

Não é inoportuno, já aqui, fazer referência a fato notável: o geológico, já por sua manifestação fisiográfica, é imperativo à medida que determina desempenhos e possibilidades. Em relação a desempenhos, a questão hídrica talvez seja a de maior repercussão, embora com a visibilidade obscurecida pelo nível baixo de difusão do conhecimento associado; em relação a possibilidades, a geologia está dizendo, com todas as letras, que a radialidade impressa de início e a linearidade imposta pelos vales (vias sanitárias e o próprio metrô) podem ser quebradas com a solução subterrânea.⁶

6. A propósito, salvo por condicionamentos locais, o metrô, subterrâneo mesmo, tem condições geológicas muito mais favoráveis em Belo Horizonte que, por exemplo, em São Paulo e no Rio de Janeiro, podendo ser escavado, em gnaisses, a não mais que R\$6.000.000,00 por quilômetro, e no Grupo Sabará a custo de 30% a 50% maior.

V – A CIDADE E A GEOLOGIA

Pedro voluntarioso fez Petrogrado em terreno pantanoso...

As águas da Cidade

A Cidade é o sorvedouro maior da sustentabilidade não só pelas quantidades que consome, mas pelas que desperdiça e pela destruição de suas fontes. Isto se torna mais evidente no Brasil a partir da década de 50, quando as cidades começaram a crescer descontroladamente. O anúncio de cada fábrica que se implantaria, com cem empregos diretos, atraía duzentos, quinhentos, mil candidatos a tais postos. Hoje isto pode estar atenuado, até, em parte, pelo escasseamento dos contingentes rurais, pois a população brasileira está urbanizada em mais de 70% e a de São Paulo em mais de 90%.

É natural que a produção rural se dirija para a Cidade. É natural que o Campo ceda sua água e também materiais de construção, além de energia. Todavia, só para ficar na água e materiais de construção, que dão maior visibilidade ao que se expõe, é importante lembrar dois fatos bem conhecidos: a) qualquer cidade brasileira, excluídas as do Polígono das Secas, tem pelo menos 1.000 litros de águas pluviais, por ano, por metro quadrado de território; Belo Horizonte tem 350 milhões de metros cúbicos por ano e cada um de seus habitantes, 150 mil litros, ou 400 litros por dia; b) mais de 50% da massa incorporada à mesoestrutura e à superestrutura das cidades é feita de pura terra, areia, blocos rochosos e brita.

A questão da água, em perspectiva de gestão, é exposta a seguir. A água comporta (pelo menos) três dimensões de planejamento: suprimento, agente geodinâmico e geotécnico, veículo de poluentes e contaminantes. O planejamento da dimensão suprimento faz-se procurando atender às exigências de quantidade e qualidade. A exigência de quantidade deve ser atendida nas condições mais críticas, vale dizer, ao término do período seco; a de qualidade, obedecendo às exigências de potabilidade. A gestão das demais dimensões é feita de forma totalmente improvisada, muitas vezes sem possibilidade de controle das condições de chegada aos sistemas de escoamento pluvial. Duas razões concorrem para justificar que este planejamento seja feito

a um só tempo, por um só ente: a primeira é que o suprimento ideal deve ajustar-se à demanda quantitativa e qualitativamente; a segunda é que a água pode transitar de uma dimensão para outra, mediante a implantação de ações bem planejadas. Se apenas parte da demanda exige condições de potabilidade que representam custos de tratamento e adução, não há por que manter, o tempo todo, o suprimento em tais condições. Este fato abre uma janela para a possibilidade de, em ocasiões propícias, prover parte do suprimento com água de qualidade, sem ser potável, adequada à demanda. Considerando-se que o meio urbano tem coletores pluviais prontos em todos os telhados, em vias públicas e em pátios cimentados, sua coleta só requer de fato o reservatório da capacidade adequada ao tamanho do coletor. Onde será usada esta água, se o sistema hidráulico das casas e edifícios é um só? É um só até hoje porque pode mudar quando ganhar visibilidade a questão econômica, mas, mesmo assim, há inúmeras situações favoráveis para o uso das águas pluviais que dispensam instalações especiais, como em lavajatos de postos de gasolina; galpões de garagens de ônibus e caminhões, também com seus lavajatos; em sanitários externos de clubes e edifícios escolares; em locais de lavagem de veículos; na lavagem de calçadas; e em inúmeros processos industriais. Note-se que, além da economia direta proporcionada pelo uso das águas pluviais, este uso está significando a transferência de água da dimensão indesejável para a dimensão suprimento, aí ampliando excepcionalmente a economia global que se obtém.⁷

O uso bem planejado das águas subterrâneas, além de aliviar o campo, de onde se traz a água dos mananciais superficiais, tem várias outras vantagens para a gestão: do ponto de vista ambiental, tornando os aquíferos sedentos, amplia sua receptividade à infiltração, reduzindo, portanto, a ação geodinâmica destrutiva; a tiragem pode ser ampliada, nos limites técnicos recomendáveis, precisamente no período seco, de modo que haja compensação das carências superficiais nesse período; economia de produtos de tratamento e adução; e finalmente, e não menos importante, agrega-se sentido prático às exigências ambientais de proteção dos aquíferos.

7. O coletor solar é medida ambiental e economicamente justificada, que todos deveríamos adotar sempre que possível. É, todavia, por ambos os critérios, menos recompensador que a coleta de águas pluviais, que já conta com coletores prontos em todos os telhados, pátios e vias cimentados.

A abordagem conjunta das dimensões de planejamento põe em realce o fato de que, em verdade, o bloqueio à infiltração sem medida compensatória é, materialmente, crime contra a Terra (depleção dos aquíferos e erosão) e contra o Homem, dadas as perdas econômicas e sociais que provoca, direta ou indiretamente. Apresentou-se até aqui a medida compensatória do uso das águas pluviais. Outra, e não menos importante, é a infiltração forçada, por exemplo, através de cisternas ou poços tubulares, perfeitamente indicada para situações geológicas favoráveis, em terrenos elevados com boas características de permeabilidade, exemplificadamente em áreas de topo suavemente onduladas da região gnáissica. Esta medida, além de contribuir para a redução da ação destrutiva da água, estará também contribuindo para a recarga dos aquíferos, que passa a ser mais visivelmente relevante no contexto da gestão unificada da água, e evitando ampliação de canalizações existentes.

Muito sumariamente, a infiltração forçada significa devolver ao sistema geológico sua faculdade de reservatório temporário da água, embebendo-se de outubro a março para restituir de abril a setembro. Esta faculdade do sistema geológico de armazenar água no período chuvoso e devolvê-la lentamente durante a seca é que mantém a vazão de base dos rios; se ela não existisse, todos os rios de pequeno curso seriam temporários. Mais: aquíferos bem conhecidos litologicamente, estratigraficamente e estruturalmente podem ser usados como reservatórios e filtros a um só tempo, funcionando da seguinte maneira: em suas áreas de recarga podem ser alcançados por poços de injeção de águas pluviais; a jusante, depois de terem sido percorridos pelo fluxo de águas infiltradas, filtrando-as, podem abastecer poços de produção; em Belo Horizonte e cercanias grandes depósitos de estéril e rejeitos naturais podem transformar-se em aquíferos bem conhecidos, atendendo a pequenas demandas locais. Áreas degradadas, reabilitadas com o uso de terras e entulhos inertes, poderão fazer renascer pequenas fontes, inicialmente poluídas pela contaminação durante o enchimento, mas que serão gradualmente purificadas pela dissipação dos contaminantes, até alcançarem condições de potabilidade em futuros parques que venham a ser implantados nesses locais.

Os campos da matriz abaixo não carecem de explicação pormenorizada. Contudo alguns deles, menos presentes no cotidiano, merecem comentários. O uso seqüencial da água, que pode implantar-se em numerosas situações, consiste em aproveitar imediatamente a água efluente do primeiro uso para um segundo menos exigente em termos de qualidade. No campo, águas efluentes da pia da cozinha são conduzidas diretamente para o cocho de porcos ou para poços de patos ou peixes, no caso a sua contaminação compondo a dieta alimentar destes animais. O reúso distingue-se do uso seqüencial pelo fato de implicar alguma forma de manipulação ou transporte especial. A reciclagem não presente na matriz implica a reutilização da água no

Dimensões de gestão	ORIGENS			
	SUPERFICIAL	SUBTERRÂNEA	PLUVIAL	SERVIDA
Suprimento	Básico ou complementar, em geral com tratamento, cobrindo todos os usos	Complementar ou básico, em geral sem tratamento, cobrindo todos os usos	Complementar: uso conforme o coletor (telhado, pátio interno, via pública)	Complementar: uso seqüencial ou reúso, este com ou sem tratamento simples
Agente geodinâmico		Ação indireta: aquíferos não explotados são pouco receptivos à infiltração	Ação direta: o escoamento imediato implica erosão, inundações ou altos custos de controle	A infiltração de águas servidas reduz a ação geodinâmica
Veículo de poluentes e contaminantes	Potencial, antes da captação e tratamento. Acidental depois.	Potencial. Gravidade determinada pela natureza do aquífero e qualidade da proteção	Poluição do ar (chuvas ácidas); inclusão de resíduos conforme o coletor	Com cargas biodegradáveis, sua infiltração protege a vazão de base

QUADRO 2 - Matriz de gestão da água.

mesmo uso anterior, requerendo como tratamento, pelo menos, uma filtração ou similar e, naturalmente, o bombeamento, para que ela retorne à cota anterior. No solo a água aloja-se no espaço poroso, sendo o lençol freático a superfície superior da zona saturada do solo. Na estação seca, o lençol freático sofre rebaixamento natural devido à descarga para as nascentes vizinhas, que são mantidas à custa desse rebaixamento. Quando chega a estação chuvosa, o aquífero superficial está sedento e a taxa de infiltração, onde não bloqueada, é elevada. Recarregado o aquífero, a taxa de infiltração cai, e é natural que as vazões de cheias para chuvas idênticas sejam maiores no fim do período. Se existe um manejo bem equacionado do aquífero superficial, as vazões de cheias podem ser mitigadas pelo rebaixamento induzido do lençol freático. A coleta de águas pluviais pode ser manejada com muito proveito, de forma combinada com os poços tubulares: quando chove, usam-se as águas pluviais; quando estas acabam, entram em ação os poços tubulares, rebaixando o aquífero à espera das próximas chuvas. Os sistemas alternativos e complementares de suprimento retiram águas da dimensão destrutiva (agente geodinâmico), transferindo-as para a dimensão construtiva (suprimento). Quando não se usam as águas vinculadas aos sistemas alternativos ou complementares, além de elas serem introduzidas na dimensão destrutiva, determina-se que se use água de qualidade superior à exigida e, portanto, de custo mais alto.

O equacionamento mais econômico e ambientalmente menos impactante do tema água requer a adoção de uma matriz de apoio à gestão semelhante à matriz citada. Uma matriz como esta só pode ser operada pelo gestor encarregado da gestão unificada da água, dadas as múltiplas interações entre as dimensões de gestão e as fontes de suprimento.

Os materiais da Cidade

Os materiais de construção (simplicadamente areia, argila e rocha britada, laminada, em blocos), pelo volume utilizado e pelo baixo valor unitário, devem ser produzidos à menor distância possível. À sua lavra está associado um dos maiores conflitos urbanos do Brasil, freqüentemente decidido contra a atividade (Belo Horizonte tem dezenas de cavidades de pedreiras desativadas). Como neste livro se defende o pleno uso dos recursos minerais em benefício da economia,

do meio ambiente e, por consequência, do Homem, tornam-se, à luz da ótica que preside sua elaboração, questionáveis os argumentos gerais que determinam tal desfecho. Inicialmente, do ponto de vista da Terra, imaginando-a animada e participando da discussão, será ela ferida igualmente aqui ou acolá, em nada se beneficiando diretamente do deslocamento da atividade do meio urbano para o rural. Indiretamente ela perde duas vezes, por ser a lavra distante menos exposta a controles ambientais mais severos, próprios dos meios urbanos, e porque o transporte à distância maior representa mais CO₂ liberado para a atmosfera. Perdas econômicas devidas ao maior custo de transporte poderão ocorrer com o encarecimento do produto no canteiro de obras (incidindo sobre o comprador do imóvel); com o aumento dos custos de manutenção das vias utilizadas (incidindo sobre a economia geral); com o aumento do número de acidentes rodoviários (incidindo sobre os proprietários dos veículos, sobre as famílias das vítimas e sobre a economia geral). O argumento em geral é voltado para a manutenção de boa qualidade ambiental da vida urbana. Todavia, os impactos ambientais ocorrentes, circunscritíveis e mitigáveis, fora de situações-limites, são reproduzidos pela Cidade, por outras atividades, de forma nem circunscrita nem mitigada. A questão em geral tem seu desfecho motivado por pressões de moradores vizinhos que, muitas vezes, chegaram à área depois de implantada a atividade de lavra, mas esta é outra questão que se passa também com os aeroportos centrais. Vale ainda lembrar a questão tecnológica: essas lavras, muitas vezes, são conduzidas com recursos tecnológicos insuficientes, e daí os impactos ambientais intoleráveis. Sua “expulsão” para o campo tende a perpetuar essa defasagem tecnológica. A atividade mineral no meio urbano ou periurbano será não mais impactante que a da construção, que não tem como ser evitada. Em relação a materiais pétreos, a lavra subterrânea, tecnologicamente bem conduzida, pode, perfeitamente, contribuir para viabilizar a construção subterrânea, pela anulação do custo de escavação.⁸

Se a geologia põe desafios ao urbanista, ao arquiteto e ao engenheiro, é muito bom sinal, porque estão sendo medidas as forças do suposto inimigo ou valorizadas as virtudes do aliado. Se não os põe, é

8. Tem-se nesse caso uma curiosa duplicidade de interpretação da equação da interação: se a lavra é a atividade central, o ganho posterior da cavidade é efeito colateral positivo; se a construção subterrânea é o objetivo central, a possibilidade associada de promover o aproveitamento do material escavado passa a ser o efeito colateral positivo.

mau sinal por duas razões: os acidentes e outros imprevistos serão sempre atribuídos a *el niño*, *la niña* e quejandos, pelos quais pagam sempre todos, uns mais que os outros; se tudo funciona bem, pode estar funcionando muito caro, porque não terão sido consultados limites e possibilidades insuspeitados. A propósito, chamo atenção para fato notável que será objeto de comentário mais desenvolvido. A televisão convencional e a televisão a cabo têm trazido numerosos desastres e imprevistos, ocorridos em países desenvolvidos, como também nos países pobres. Cito, rapidamente, cinco: imprevisto no metrô de Los Angeles, de grande convergadura, com gravames de custos da ordem de bilhões de dólares, inclusive pondo em risco a famigerada Calçada da Fama; subinundação de parte da cidade de Chicago por águas infiltradas a partir dos pilares de uma ponte e conduzidas por galerias de mineração desativadas, com prejuízos colossais; terremoto, de características previsíveis, de Kobe, em que, além das mortes e danos mais conhecidos, nada menos que 27 de 30 grandes estruturas de atracação simplesmente afundaram no lodo liquefeito (o porto de Kobe é para o Japão equivalente ao de Santos para o Brasil); escorregamentos no sul da Itália com mais de uma centena de mortes a lamentar, provocadas por soterramento de porções inteiras de pequenas cidades, sob os rios de lama formados pelas mesmas cinzas do Vesúvio que destruíram Pompéia; destruição recentíssima de parte da América Central por um tufão excepcional. Há uma coisa comum aos quatro primeiros sinistros, que é o fato de o mundo inteiro pagar por eles, dada a clara assimetria das relações internacionais, enquanto o último, salvo pela caridade internacional, por ele só paga mesmo o habitante local. As cidades brasileiras – e Belo Horizonte não é exceção – vivem situações disfuncionais permanentes e acidentais periódicas que comprometem claramente o futuro do País e que deveriam pôr cada cidadão a pensar ardentemente em seus bisnetos, tenha-os já ou ainda não.

Já foi dito aqui que, reconhecida, a geologia determina possibilidades; não reconhecida, determina desempenhos. Esta é a declaração que resume todo o livro. Por que está ele sendo escrito? Porque os desempenhos do assentamento urbano de Belo Horizonte não são bons, muitos dos quais sendo bem visíveis, todavia motivando diagnósticos que certamente conduzirão a males ainda maiores, e outros nem sequer notados, mas não menos ameaçadores. Um dos aspectos mais perversos desse mau desempenho está vinculado ao fato de que, como acontece nos países desenvolvidos em relação aos periféricos, ele

demanda dispêndios elevados em medidas corretivas, reduzindo as verbas que poderiam ser dirigidas para outras necessidade das cidades; outro, menos visível, é que o mau desempenho significa gravames de custos que são “exportados” para as cidades periféricas e nestas para os setores periféricos da economia, na própria Cidade ou no Campo.

Os suportes da Cidade

Um dos fatores geológicos da sustentabilidade de repercussão mais expressiva nas condições de implantação é de desempenho da Cidade é o referido aqui como condições de suporte físico aos assentamentos humanos. Entram em causa questões fundamentais para a implantação e o desempenho do assentamento, dentre os quais os principais são: as condições de fundação, as condições de estabilidade de taludes naturais e de escavação e as condições de construção subterrânea. Discorreremos um pouco sobre elas, aproveitando o momento próprio para tecer considerações complementares acerca de questões periféricas a estas.

Fundações – As condições de fundação dizem respeito às características gerais de interação entre as fundações das obras de engenharia e o terreno, devendo o respectivo projeto ser concebido de forma a garantir dois objetivos complementares: que não ocorra ruptura do terreno de fundação e que os recalques (deformações verticais do terreno de fundação sob as cargas a ele aplicadas) sejam limitados e homogêneos, isto é, em termos absolutos, que não ultrapassem um certo valor considerado admissível e não sejam diferentes para cada um dos elementos de fundação quando estes são isolados, como sapatas, blocos de fundação, tubulões ou estacas que suportem os pilares da edificação, ou não sejam desuniformes ao longo de elementos de fundação contínuos, como sapatas corridas, vigas de fundação ou lajes de fundação (radiers). Embora a engenharia de fundações tenha desenvolvido sofisticados sistemas de fundações para diferentes tipos de situações geológicas, o atendimento rigoroso às exigências acima é uma das mais desafiantes tarefas da engenharia. De modo muito simples, vamos explicar a origem desse desafio, recorrendo, mais uma vez, à equação da interação, configurada na Equação VII, agora preocupados exclusivamente com o resultado desejado, que é o atendimento às exigências acima.

Consultemos algumas situações-limites. No caso de o terreno de fundação ser rochoso, constituído de rocha sã, como, por exemplo, no piso de uma pedreira abandonada, ou em afloramentos rochosos naturais, não importa se heterogêneos, apenas construções excepcionalmente pesadas ou particularmente exigentes, como as fundações de uma central nuclear, poderiam exigir cuidados especiais. No outro extremo poderíamos imaginar espessas camadas de materiais argilosos de deposição recente, como em porções significativas de nossa faixa litorânea, no vale do México e em muitas outras grandes cidades do mundo, em geral litorâneas ou ribeirinhas. Nestes casos, o porte da edificação é determinante das soluções possíveis. (Se uma construção é particularmente simples e leve, os requisitos acima poderão ser atendidos com soluções triviais; se a edificação é de porte médio, já aplicando cargas significativas ao terreno, a solução complica-se muito porque as garantias requeridas podem exigir investimentos em fundação semelhantes aos exigidos por construções pesadas, caso, por exemplo, de parte do bairro Belvedere em Belo Horizonte; se a edificação é de grande porte, o investimento em fundações será muito grande, todavia absorvido ou diluído no custo geral em face do grande retorno econômico esperado.)⁹

Examinando agora situações muito mais comuns, de sistemas geológicos heterogêneos sobre os quais se construam edificações típicas das cidades, de portes diversos, o primeiro termo da equação acima

9. O melhor exemplo que me ocorre é o das fundações da Torre Latina na cidade do México, edifício de mais de 60 andares, construído sobre terreno formado por sedimentos argilosos, geologicamente recentes, de cinzas vulcânicas, excepcionalmente instáveis, com lentes arenosas irregulares, que os engenheiros sabem às vezes menos ajudar que complicar, em região de elevada instabilidade crustal, sujeita a terremotos. A sofisticadíssima solução compreende a construção de numerosos pisos subterrâneos estanques, o mais baixo destes apoiado sobre estaqueamento, envolvendo grupos das estacas verticais e inclinadas, para absorver vibrações sísmicas; a sofisticação inclui ainda, no piso inferior, células com compartimentos estanques e sistema de monitoramento de recalques diferenciais comandado por computador, que dispara ordens de transferência de água entre as células, para equilibrar os recalques diferenciais tão logo a sensibilidade do sistema de monitoramento os detecte; o edifício tem metade de seu peso apoiado nas estacas e a outra metade compensada pelo efeito de flutuação dado pelos pisos subterrâneos, que estão, de fato, submersos abaixo do lençol freático.

precisa ser bem conhecido dos pontos de vista constitutivo e comportamental, implicando geralmente a variação dos aspectos constitutivo, mesmo nos estreitos limites da obra, e comportamental. Daí, elementos de fundação idênticos, colocados sobre porções de terreno comportamentalmente diferentes, vão comportar-se diferentemente, comprometendo o atendimento à exigência de uniformidade dos recalques (que nunca são nulos, como já ficou claro). A engenharia resolve tais problemas de fundação, visando à uniformidade dos recalques ou fazendo elementos de fundação diferentes sobre porções de terreno diferentes, para alcançar resultados iguais, ou fazendo fundações do tipo contínuo, dotadas de rigidez capaz de transferir esforços de uma extremidade a outra da fundação. Explico ao leigo na questão, de forma que não lhe restarão quaisquer dúvidas sobre o que digo: imagine que, de botas, você queira atravessar um lamaçal e ponha uma tábua para evitar que fique atolado; verá que a tábua vergará sob seu peso no ponto que estiver pisando; ponha agora um pranchão de 10 centímetros de espessura; exceto nas extremidades, que podem afundar visivelmente sob o peso, o pranchão dará um apoio seguro e não vergará; a tábua não tem rigidez e afunda no ponto carregado, enquanto o pranchão tem rigidez, transferindo a carga por toda a sua extensão, afundando quase imperceptivelmente à passagem do pedestre; assim funcionam fundações como sapatas corridas, armadas, vigas e lajes de fundação. Sapatas corridas, não armadas, não têm, como a tábua, flexibilidade para acompanhar recalques diferenciais nem a capacidade do pranchão de transferir cargas longitudinalmente de um ponto a outro. Rompem, portanto, nos pontos de transição entre porções do terreno mais e menos deformáveis.

Para completar, num terreno ondulado como o de Belo Horizonte, a construção em encosta íngreme, mesmo em terreno homogêneo do ponto de vista constitutivo, deve-se levar em consideração a variação comportamental dada pela variação das condições de estado desse terreno. É fácil explicar: a parte do terreno de fundação que fica no ponto em que a escavação tenha sido mais profunda, a de montante, tende a estar menos profundamente alterada e será, assim, mais resistente, ou menos deformável, de modo que o projeto de fundação levará em conta este fato, como se a construção estivesse sendo feita sobre terreno heterogêneo do ponto de vista constitutivo, visando, mais uma vez, de acordo com a equação acima, ao atendimento àquelas exigências de recalques limitados e homogêneos.

Taludes – Recorreremos agora a duas distintas expressões da equação da interação (Equações VIII e IX). A primeira, para iluminar aspectos de estabilidade de taludes “naturais” (encostas no estado em que hoje se encontram, sem intervenção outra senão a de simples remoção da vegetação original); a segunda, para iluminar questões relacionadas às condições de equilíbrio dos taludes de escavação.

talude natural + ação climática → talude natural VIII

talude natural + escavação → talude de escavação IX

A encosta ou talude natural pode ter seu comportamento descrito pela primeira equação acima. Com efeito, ela é a mesma equação da interação antrópica (sistema geológico + sistema climático = sistema geológico), em que, na verdade, o sistema climático, juntamente com o geológico, integra o ambiente geológico, no primeiro membro discriminado em suas componentes “passiva” e “ativa”. Esta equação, portanto, descreve a evolução natural do sistema geológico, como ente passivo, descartada sua parte ativa, geotectônica, para realçar a influência do clima. Numa leitura menos atenta dessa equação, pode parecer que não há interação ou, “matematicamente”, que o sistema climático vale zero. Não é assim, porque com a interação, no escoar do tempo, o talude natural, do mesmo modo que o sistema geológico, sem deixar de ser talude natural, modifica-se, como se modifica a fachada de um prédio, exposta às intempéries, sem deixar de ser fachada, podendo até um dia ruir, como também o talude. Já dizia o sábio grego que um homem não se encontra duas vezes com o mesmo rio, porque na segunda vez um dos dois terá mudado (não obstante continuem a ser, respectivamente, homem e rio). Importa aqui considerar particularmente um valor intrínseco desse talude natural, que é seu grau de estabilidade. (Geomorfólogos dizem que o talude encontra-se em situação de equilíbrio, passível de mudar sua configuração geométrica com o tempo, gradual ou abruptamente, enquanto os engenheiros dizem que o talude, se lá está, e permanece, conta com um fator de segurança maior que a unidade. Aos geólogos uma e outra declaração fazem sentido.) Essa condição de equilíbrio pode mudar com o tempo sem interferência antrópica, pela ação do clima sobre o talude, de várias maneiras. Sazonalmente a impregnação de águas pluviais provoca uma oscilação do fator de segurança dos engenheiros (FIG. 14a). Ao longo de intervalos de tempo maiores, a ação da água e de agentes químicos

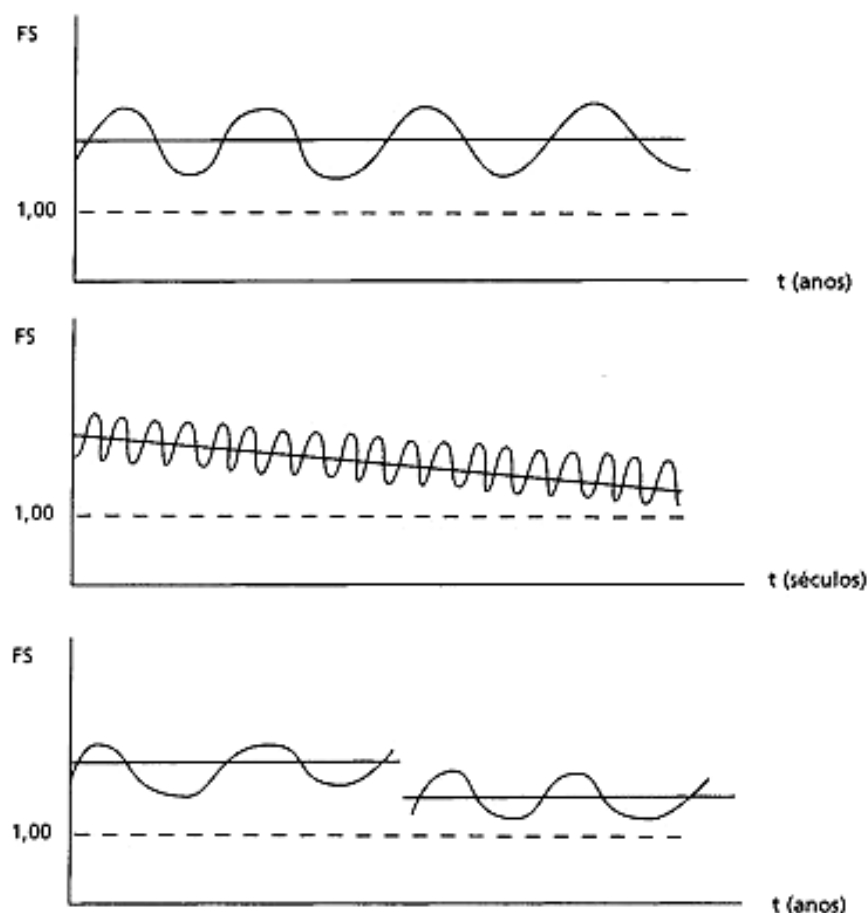


FIGURA 14- a (topo), b e c

que transporta sobre os materiais do talude pode provocar alterações de minerais menos estáveis, ou a remoção de parte deles por dissolução, o que equivale a dizer que estão sendo alteradas as propriedades constitutivas do material do talude, e o chamado fator de segurança pode sofrer gradual redução ao longo do tempo (FIG. 14b), podendo sobrevir situação em que o talude rompa, porque o fator de segurança terá alcançado um limiar abaixo do qual as condições de equilíbrio não são mais verificadas.

Observe-se entre os dois gráficos a seguir a diferença essencial: no primeiro, as oscilações sazonais do fator de segurança são tais que o fator de segurança médio, ao longo do tempo, está sendo mantido, enquanto no segundo observa-se gradual redução de seu valor médio e, a prazo mais ou menos longo, o talude rompe. A determinação exata

desse fator de segurança para todos os taludes da terra é desafio que sobreviverá à conquista das estrelas (o que dá uma medida de quão pequenos somos no conhecimento da terra, que é a nossa casa, e será ainda por muitos séculos).

A segunda equação acima já descreve a interação mais imediata ativada por uma intervenção, no caso uma escavação promovida para alojar o leito de uma via pública ou para abrir espaço para a edificação. Tal intervenção resulta em redução do fator de segurança. Esta redução pode ser suficientemente drástica para exigir uma compensação, que pode ser feita através de uma das diversas modalidades de obras de contenção (muros de arrimo, cortinas atirantadas, cortinas de terra armada e outras). Para o caso de encosta natural que tivesse antes da intervenção um fator de segurança natural muito elevado, é possível que o talude de escavação resultante permaneça estável. Os fatores geológicos presentes são determinantes para uma ou outra hipótese. A FIG. 14c esclarece o último caso.

Construção subterrânea

É o ambiente geológico (natural), suportado nas características constitutivas e comportamentais do sistema geológico, nada mais nada menos que o jardim do Éden que ao Homem provia tudo, como aos ameríndios que Colombo encontrou. (Numa interpretação material, sem qualquer crítica ou pretensão de confrontar exegeses religiosas, do sentido bíblico da Queda, deixara o Homem de respeitar seu semelhante, o que poderia ser personificado em Caim... quanto ao pecado original, "lavarás a terra com o suor de teu rosto"... Porque a terra não era mais tão úbere e farta, poderia estar surgindo na ocasião a revolução agrícola ou já mesmo uma das primeiras civilizações do regadio, na terra dos sumérios, de onde provém Abraão. Como atualmente, desrespeitava-se a Terra e o Homem. Ao fim e ao cabo, tudo isso é muito lógico, porque não é possível respeitar a um sem fazê-lo ao outro e vice-versa.)

Foi nos subterrâneos naturais das cavernas de calcário e nas escavadas de *loess* que os homens encontraram seu primeiro abrigo confiável. Trogloditas antiqüíssimos permanecem vivendo em cavernas comunitariamente. Há trogloditas modernos, embora poucos em residência permanente. Há todavia atividades permanentes em grandes cavidades subterrâneas, incluindo até teatros e docas de reparação de

barcos na Escandinávia. O uso mais generalizado do geoespaço está relacionado aos meios de transporte, com os metrô e os estacionamentos. O urbanismo subterrâneo é alternativa de gestão ainda pouco explorada no Brasil, mas em franco desenvolvimento nos países de clima frio, não só por esta circunstância. Em terrenos gnáissicos como os de 70% do território de Belo Horizonte, a solução subterrânea é tecnologicamente viável e começa a ser economicamente competitiva, pelo refinadíssimo desenvolvimento da tecnologia associada. Falaremos sobre isto concretamente no capítulo seguinte.

Outras condições de suporte

Embora sem a envergadura estrutural das questões comentadas anteriormente, outras condições de suporte dadas pelo sistema geológico podem ser apontadas, dentre as quais vale a pena comentar as relacionadas ao fenômeno da ascensão capilar. Em que consiste? A ascensão capilar consiste na subida de uma franja de umidade pelos poros do solo, a partir do nível local do lençol freático. É o mesmo fenômeno observado quando se introduz um tubo muito fino (por isto chamado capilar) numa vasilha com água: quanto mais fino o tubo, maior é a altura dessa subida. No solo, os poros dispõem-se de forma caótica, mas, sendo interconectados, funcionam, em seu conjunto, como capilares, que podem ser extremamente finos nos solos argilosos. Ascensões capilares em condições naturais podem alcançar vários metros de amplitude. Solos argilosos de várzea, solos residuais de gnaisses e de rochas de textura fina, como os filitos, podem proporcionar ascensões capilares muito significativas. Quando se constrói em tais terrenos, a ascensão capilar neles verificada pode passar da fundação para as paredes, gerando condições insalubres na moradia, facilmente identificáveis por manchas escuras e característico odor. Pessoas com problemas respiratórios ou alérgicas podem sofrer muito com esta insalubridade. Em Belo Horizonte, as faixas aluviais, os fundos de vale em filito, mesmo sem depósitos aluviais, e certas áreas de espesso solo argiloso coluvial ou residual de gnaiss, como algumas áreas nobres da Pampulha, são muito afetadas pelo fenômeno, chegando a comprometer as condições de salubridade mesmo em residências de alto padrão. Áreas de cabeceiras em concha, semelhantes a anfiteatros, mesmo sendo elevadas, podem também ser afetadas, dependendo do contexto geológico local.

O melhor tratamento para a capilaridade é o preventivo, que consiste basicamente em cortar a continuidade dos capilares. Em áreas rurais, e mesmo urbanas antigas, como em Ouro Preto, foi muito comum construir o assoalho e as paredes sobre barrotes de madeira apoiados em pilares de pedra, mantendo, portanto, um vão de cerca de 30 centímetros abaixo do assoalho, cortando, assim, a capilaridade. Hoje faz-se uma laje de piso diretamente sobre o terreno, e paredes sobre sapatas corridas; muitas vezes fazem-se também paredes diretamente encostadas em cortes verticais do terreno, funcionando como arrimo. É impraticável corrigir o problema já manifesto em residências pobres e muito caro em residências de alto padrão. Aqui, mais que nunca, o tratamento preventivo se impõe com solução devidamente conduzida por engenheiro civil ou por bom mestre-de-obras nas construções mais modestas, consistindo essencialmente em cortar a continuidade dos capilares do solo natural, garantido que haja boas condições de drenagem local, o que pode ser feito através de intercalação, entre o terreno natural e o piso ou parede, de uma camada de brita ou cascalho, que devem ser protegidos da invasão de caldas de cimento que poderiam anular a eficácia do dispositivo quanto ao corte da capilaridade. O habitante de residência afetada por problemas de capilaridade freqüenta muito a farmácia e o posto de saúde no tempo de chuva, de modo que a medida preconizada pode ser considerada uma providência típica de medicina preventiva ou social.

Nas áreas de topo, naturalmente bem drenadas, por exemplo, dos gnaisses, quando os lotes são suficientemente grandes e, portanto, as habitações distantes umas das outras, com poucos habitantes por unidade de área, não há qualquer razão para dispensar o fator geológico da sustentabilidade, aqui conceituado como a capacidade (limitada e geodeterminada) de absorção de impactos ambientais. A fossa, em suas configurações mais simples ou mais complexas, é perfeitamente capaz de resolver adequadamente o problema de esgoto, evitando o que, no caso, seria o mais contra-indicado, de entubar os dejetos, conduzindo-os para uma estação de tratamento já sobrecarregada com aqueles que não há como dispor desta forma, encarecendo desnecessariamente a conta individual ou do condomínio. Obviamente as condições geológicas locais para tal solução devem ser adequadamente consultadas, inclusive levando em consideração a eventual possibilidade de conflito com uso do sistema geológico para fins mais nobres, como a produção de água para consumo (o que não é muito comum na situação esquematicamente exposta).

Miscelânea

A Cidade do século XIX e princípio do século atual estava no fundo do vale ou à meia-encosta, o que atendia à necessidade de estar próxima à estação ferroviária e de receber água por gravidade.¹⁰ Com a energia elétrica e a opção rodoviária, ela sobe à procura de vistas amplas, de ar mais fresco, de terrenos bem drenados. Esquece-se, entretanto, de levar os recursos tecnológicos apropriados para compensar o bloqueio à infiltração que seus telhados e asfalto determinarão (esquecida de que as águas infiltradas, que desciam suavemente pelo interior do sistema geológico, em grande parte não mais o poderão fazer, e esquecida também da grande energia potencial com que começam tal descida, diferentemente do que ocorre quando a Cidade se situa no vale).

A mesma via que traz os produtos do campo é a que leva os resíduos da cidade. O mesmo rio que, a montante, cede as águas para a Cidade é o que, depois dela, recebe de volta a nata espumarenta de seus resíduos fecais, terrosos e industriais. Exaurindo o Campo, a Cidade estende para além, e a custo maior, suas fontes de suprimento e vê, no progradante halo depauperado pelo fenômeno da desruralização, glebas miseravelmente repartidas em lotes diminutos erodindo ao longo de vias precariamente implantadas, que nunca recebem tratamento melhor que o apresentado aos compradores. Com o tempo as cidades se fundem, compartilhando a absorção de seus halos, cujas ruas vão a pouco e pouco sendo retificadas, asfaltadas, lotes lembrados, córregos canalizados, edifícios crescendo, e os que ali viveram sem alegria sendo transferidos para os novos halos, onde seus filhos também viverão sem alegria e poderão compensar a distância pelo custo menor da moradia, principalmente podendo dispor do "benefício do vale transporte" (mesmo implicando que não poderão dispor de mais que meia hora por dia para o serviço dos filhos), apenas tendo de tolerar enchentes do ribeirão que tem pressa em remover as águas da cidade, sonegando até o tempo ao moroso sistema geológico que lhe disputa as águas, de quem queria ser o hospedeiro regular de sempre. Esses

10. Povoamentos que chegaram a ser muito populosos, como o do Morro da Queimada em Ouro Preto, não consumiam mais que a água de beber e cozinhar, não constituindo, portanto, a posição quase no topo da serra, empecilho maior à ocupação, do ponto de vista do suprimento de água.

halos móveis são cidades transitórias. Sem identidade própria, são depósitos de gente.

O vórtice crescente amplia seu poder de nucleação. É o sorvedouro da sustentabilidade assumindo a sua dinâmica irresistível. A cidade excludente começa então a excluir seus construtores. Por algum tempo seus helicópteros cruzam os ares sobre avenidas entupidas para pousar sobre o vigésimo sexto andar, evitando enfrentar o engarrafamento do elevador, o último engarrafamento da manhã da faxineira, o primeiro de sua tarde, mas não é nada não, que o ônibus é de graça, e saindo uma hora antes e chegando uma depois do helicóptero são apenas duas horas a menos para estar com os filhos, deixados na escola ou sob o olhar atento da vizinha; assim fazemos o mesmo percurso do patrão, que mora ali ao lado. Mal resolvidas no acoplamento de suas super e mesoestruturas à plataforma geológica, e vendo estreitarem-se cada vez mais os limites geoambientais da sustentabilidade, as cidades do mundo avançam na apropriação excludente dos seus recursos, e assim não podem deixar de voltar a ter muralhas, policiais – mesmo não sendo de fronteira –, elétricas, eletrônicas e até físicas, como querendo reviver a medieval Ávila no peito do sertão. Essas fortalezas são o reverso dos presídios de segurança máxima. Mais tarde os construtores excluídos concluem que é melhor ir de vez morar em Miami, onde os tufões mandam aviso e onde, surpresa nova, os apartamentos são muito mais baratos.

Da geologia não se viu falar, mas ela opera implacavelmente, e um dia nem Miami é poupada. O desenho da cidade indiferente à geologia é então feito pela geologia, que determina seus desempenhos. A equação da interação fecha-se ao sabor das idiosincrasias geológicas, que na natureza não há equação sem fecho.

Do exposto, e agora retomando roteiro mais voltado para o material, a cidade indiferente à geologia é por ela desenhada nos efeitos colaterais negativos. Esse redesenho tem no assoreamento da Pampulha um paradigma de efeito colateral negativo. Vamos explicá-lo esquematicamente. A geomorfologia trabalha com um conceito muito útil – o de nível de base. Vamos a alguns exemplos. O nível de base mais geral é o nível do mar, o que significa que ele é o mais baixo nível que pode ser escavado por erosão pelas águas continentais. (Há exceções aparentes: o Mar Morto tem sua superfície cerca de 400 metros abaixo do nível do mar mais próximo, mas esta depressão não foi escavada por erosão, constituindo um traço tectônico daquela área;

como a taxa de evaporação é muito elevada, as águas levadas pelo Jordão, por tributários temporários e diretamente pelo escoamento subsuperficial não são suficientes para encher a depressão e fazê-la transbordar.) O mar é nível de base para o baixo curso do São Francisco; o topo da cachoeira de Paulo Afonso é nível de base (natural) para o curso a montante; o lago de Sobradinho é nível de base (artificial) para o curso a montante; o nível local do São Francisco é nível da base para o rio das Velhas; este o é para o baixo curso do Pampulha-Onça e a represa da Pampulha é nível da base (artificial) para o Sarandi e o Ressaca. Sendo o nível de base dado por um reservatório, o nível onde a energia potencial dos caudais afluentes se anula e a energia cinética com que esses caudais chegam se dispersa numa calha muito mais larga, a carga de sedimentos em suspensão e arrastados pelo fundo tende a depositar-se. É assim que se formam os grandes deltas nas embocaduras dos rios (alguns invisíveis porque a energia das ondas do mar e de correntes marinhas pode redistribuir tais sedimentos em partes proximais e distais, conforme a sua granulometria e a energia disponível). Portanto, sempre que uma represa é formada pela construção de uma barragem, deltas começam a ser formados nas entradas dos cursos d'água tributários. Se, por hipótese, toda a bacia de contribuição da Pampulha estivesse com sua cobertura vegetal original, os deltas se formariam, ainda que muito lentamente; se a formação destes deltas fosse na hipótese considerada indesejável, estaria aí um efeito colateral negativo. Como, obviamente, tal processo é indesejável, dadas as funções do lago, ele teria de ser prevenido desde o início, inclusive mediante ações compensatórias bem articuladas. Mais: considerando que, cedo ou tarde, toda a bacia seria urbanizada e que, portanto, era certo o aumento do caudal sólido, tais medidas compensatórias deveriam ser tomadas, mesmo que não houvesse o lago, porque seria assoreado o leito do ribeirão e mais distalmente o do Velhas, em processo igualmente indesejável.

Quais seriam tais medidas? A mais geral de todas seria a compensação do bloqueio à infiltração, a custos por unidade equivalentes a uma ceia de natal. (Apenas uma caixa d'água extra com capacidade sugerida de 2 mil litros por 100 metros quadrados de telhado; complementarmente a esta uma cisterna seca, nas superfícies elevadas, pode absorver a água excedente à armazenada na caixa; a primeira medida é autofinanciável, porque a água recolhida estará substituindo água comprada; a segunda poderia ser exigência igual a tantas outras

que as prefeituras fazem relacionadas à mitigação de impactos ambientais.) Não seria suficiente. A segunda medida seria a rigorosa manutenção da vegetação natural em áreas não recomendadas para ocupação, reimplantação de vegetação de características naturais e até matas comerciais de eucaliptos (por que não, se tal tipo de madeira tem uso frequentíssimo, em estado bruto, na construção de mobiliário rústico, na construção civil urbana e no carvoejamento para churrasqueiras?). A capacidade de atenuação de caudais torrenciais das formações arbóreas não precisa ser enfatizada, mas talvez seja interessante lembrar que quão mais denso é o sistema de raízes, mais eficaz esta atenuação, por causa da grande extensão de canalículos capilares por onde a água se insinua, contornando a baixa permeabilidade de solos, inclusive os muito argilosos. Não seria suficiente. Todos os pés de taludes merecem rodapés. Se admitirmos que 1 metro longitudinal de mureta de pé (FIG. 20) contenha 2 metros cúbicos de terra, são 2 metros cúbicos de terra a menos a serem levados para a Pampulha, e pelo menos 100 litros de água a menos a correr também para lá; são também alguns metros quadrados a mais de vegetação protegida que, portanto, estarão dando seu contributo. Se tivermos 100 quilômetros de muretas de pé na bacia da Pampulha, são 200 mil metros cúbicos imobilizados que estarão imobilizando o dobro ou o triplo que seriam mobilizados sem o suporte que lhes é transferido. Não seria suficiente. Ao longo dos eixos de drenagem, secundários ou principais, diques retentores adequadamente projetados permitiriam a retenção de caudal sólido, formando estreitas e alongadas planícies de sedimentação. Uma vez preenchidos os volumes esperados, tais esplanadas tecnogênicas estariam disponíveis também para construção. Seus corpos sedimentares seriam esponjas a mais absorvendo águas pluviais e estaria surgindo uma nova geologia de feições antrópicas perfeitamente ajustada à geologia de feições naturais. Este conjunto de medidas provavelmente conduziria a um resultado surpreendente: um meio urbanizado com torrencialidade amenizada em comparação com o ambiente tecnogênico 1 encontrado antes da urbanização, e não com o ambiente geológico (natural).

VI – BELO HORIZONTE GEOSSUPORTADA

*Não fazemos porque não há recursos
ou não há recursos porque não fazemos?*

Retomemos a equação da interação. Por intermédio dela, se aplicada ao assentamento urbano globalmente, chega-se à conclusão de que a gestão por objetos segmentados sem a consideração sistemática e sistêmica do fator geológico conduz a um conjunto de efeitos colaterais negativos que demandam intervenções corretivas (que não geram riqueza nova) na mesoestrutura; essas intervenções corretivas concorrem com outras intervenções, ainda na mesoestrutura, que gerariam riqueza nova (metrô, por exemplo), e com intervenções na superestrutura que beneficiariam a economia global e enriqueceriam as pessoas. (Sem habitação segura e digna não há sistema educacional que responda a curto prazo, assim como também não se garante a saúde e a segurança coletiva e individual.)

No contexto atual, em regra, tem-se (Equação VI)

ambiente tecnogênico 1 + **intervenção urbana** → ambiente tecnogênico 2 X

O **negrito** está representando a concentração da atenção no resultado desejado da intervenção. Como não foram considerados, em sua integralidade, os aspectos constitutivos e comportamentais do ambiente tecnogênico 1, e muito menos o fato de que ele é, em verdade, um estado transitório ainda em evolução sob o gradiente espaço-temporal de modificação ativado pela intervenção 1, a equação fica aberta, e os efeitos colaterais negativos surgem como “imprevistos”.

Na gestão segmentada por objetos individuais, para cada uma das intervenções projetadas vai operar, queiramos ou não, a equação da interação em sua configuração respectiva. Para o conjunto destas configurações, os efeitos colaterais negativos tendem a somar-se e os positivos tendem a dispersar-se. Por exemplo, a macrodrenagem urbana, levada a efeito pela progressiva execução de canalizações, apresenta efeitos colaterais negativos que tendem a gerar a necessidade de am-

pliação a jusante. Em determinados contextos, este fato configura um círculo de realimentação positiva que se prolonga monopolizando as atenções e o investimento públicos sem chegar a solução definitiva. Para tais casos é necessário criar fatores de realimentação negativa externos ao círculo. É o que terá de ser feito para evitar novos transbordamentos do Arrudas na área central da cidade, há menos de vinte anos dados por resolvidos.

Neste ponto poderíamos passar em revista conceitos singelos, como necessidades, possibilidades, aspirações e vontade. O que move o processo civilizatório é um conjunto de fatores que pontificam, com visibilidades próprias, mas interdependentes, necessidades, possibilidades (conhecimento), aspirações (vontade) e poder. Quanto às primeiras, só são absolutas as fisiológicas (alimentação, agasalho, prazer). As necessidades sociais (religiosas, culturais e tantas outras) dependem do grau de desenvolvimento humano que tenha sido alcançado pelo indivíduo e pela comunidade a que está vinculado, e, portanto, são condicionadas pelo conhecimento, a única maneira de reconhecer, de avaliar e de exprimir possibilidades. Portanto, as possibilidades são, fundamentalmente, uma entidade abstrata, embora traduzidas frequentemente em configurações tão concretas quanto uma jazida de carvão ou de minério de ferro, ou como as de usar energia solar para produzir água dessalinizada. As aspirações, de modo semelhante às necessidades, comportam igualmente elementos naturais e sociais. Confundem-se eventualmente com necessidades, embora delas distinguíveis, podendo-se dizer que aspiração é o reconhecimento da necessidade (individual ou coletiva) de satisfazer necessidades. Poderíamos ainda identificá-las com a necessidade nutrida pelo conhecimento da possibilidade. A necessidade, principalmente a social, é condição de estado reconhecida como tal, mas não instrumentalizada para a ação, enquanto a aspiração é uma condição dinâmica de busca da realização, portanto incorporando o instrumental básico para a ação, que poderíamos chamar "vontade". A realização das aspirações, nutridas pelas possibilidades, movidas pela vontade, depende de poder. Gerar conhecimento pode ser algo independente de poder, mas transformá-lo em tecnologia pode depender em larga medida da vontade de quem detém o poder. Tecnologia desenvolvida é concretização de possibilidades. Ter espaço para desenvolvê-la é outra questão e objeto de capítulo especial intitulado "Democratização, fragmentação e petrificação do Poder".

Escrevemos agora a equação da interação invertendo os negritos (Equação VII)

ambiente tecnogênico 1 + intervenção urbana → ambiente tecnogênico 2 XI

Aqui conhecem-se, na medida adequada, os aspectos constitutivos e comportamentais do ambiente tecnogênico 1 e fixa-se a configuração do ambiente tecnogênico 2 (o resultado desejado, os efeitos colaterais positivos e, em limites admissíveis, os efeitos colaterais negativos). Agora, para fechar a equação, define-se, como se fora a incógnita a determinar a natureza e a forma da intervenção urbana. Assim, os efeitos colaterais negativos não são imprevistos e os desvios ocorridos serão facilmente contidos com ajustes complementares.

Pouco acima foi dito que as intervenções individualmente definidas pela gestão por objeto temático produzem efeitos colaterais negativos que se somam, constituindo exceções os casos em que se subtraem; por outro lado, os efeitos colaterais positivos tendem a dispersar-se, não se potencializando a magnificação de seu efeito benéfico.¹¹ Qual a razão? Isto se dá porque os objetos individualmente iluminados cerceiam a criatividade dos técnicos, impedindo que explorem o potencial de magnificar os efeitos colaterais positivos e de neutralizar os negativos.

Afinal, o que está sendo construído é a Cidade ou o sistema de esgotos? É a Cidade ou o Metropolitano, a Cidade ou o núcleo de habitação popular? É a área degradada que está sendo reabilitada ou é a Cidade que está sendo construída? Afinal é sempre a Cidade que está sendo construída, bem ou mal. Nenhuma cidade se construirá bem se não for a sua construção global o objeto central da gestão. Portanto, a construção da cidade deve ser objeto de concepção única, significando que todas as intervenções temáticas, aparentemente independentes, são, em verdade, ações concebidas como peças a cumprir funções interdependentes. Embora cada uma dessas ações temáticas deva ser examinada individualmente à luz da equação da interação, todas elas fazem parte de um concerto mais geral, obedecendo à equação da

11. Bom exemplo, e notório, é o do Vale-Transporte: como resultado desejado visou ele neutralizar o custo de transporte para quem reside longe do seu local de trabalho. Acabou por trazer dois efeitos colaterais negativos, um já comentado, que é o tempo perdido nas longas jornadas de ida ao trabalho e da correspondente volta, e entupiu os corredores de transporte de massa, já de si mal resolvidos no País.

interação ativada pela intervenção “construção da Cidade”. Neste caso, efeitos colaterais negativos podem neutralizar-se mutuamente e os efeitos colaterais positivos, antes de dispersar-se, vão somar-se, magnificando o benefício.

Imaginemos agora como algumas intervenções urbanas poderiam ser conduzidas em Belo Horizonte, consultadas as possibilidades dadas pela geologia, e concebidas de forma a integrarem a intervenção construção da Cidade, à luz do princípio dos assentamentos geossuportados.

Escoamento pluvial

- *Resultado desejado* – Extinguir as inundações locais, combater a erosão e o assoreamento. No combate a essas inundações locais, tem-se centrado esforço na melhoria de dispositivos locais, já implantados, do sistema, na limpeza de bocas-de-lobo, na ligação de sistemas isolados a montante com os coletores principais a jusante. Portanto, o resultado desejado centra-se na eficiência local. Absolutamente correto e ninguém irá discordar.

- *Efeitos colaterais positivos* – Melhoria de aspectos visuais, de condições sanitárias, de capacidade de suporte para a mesoestrutura viária (dada pela contenção proporcionada pelas paredes do canal, em geral cortinas atirantadas com o reforço adicional dado pelas vigas localmente projetadas para suportar lajes de cobertura); melhoria das condições de suporte da baixa vertente por transferência do efeito estabilizador proveniente das estruturas citadas; melhorias funcionais permitindo o trânsito dos caminhões coletores de lixo; ativação econômica ao longo do eixo possibilitando condições melhores de moradia e comércio na faixa marginal.

- *Efeitos colaterais negativos* – A remoção das rugosidades naturais ou mesmo antrópicas dessas faixas implica a ampliação, em termos absolutos, dos caudais escoados para idênticos eventos chuvosos, porque o escoamento mais rápido reduz a taxa de infiltração; esta mesma remoção de rugosidades e a conseqüente velocidade maior do fluxo provocam concentração mais rápida, significando que, para a vazão alcançar um determinado valor crítico num ponto qualquer de um canal, a necessidade de tempo é menor que antes da obra (para o leigo, uma chuva contínua com determinada intensidade, que gastava uma hora para provocar o transbordamento em dada seção, passa a gastar,

por exemplo, 15 minutos a menos, ampliando, portanto, as probabilidades de transbordamentos); esta velocidade maior de escoamento provoca adicionalmente maior eficiência no transporte de caudal sólido, de modo que há um acréscimo da taxa de assoreamento nas áreas não canalizadas a jusante, reduzindo a capacidade de escoamento nestes locais, provocando inundações que, para chuvas idênticas, antes não ocorriam. A rigor, este efeito colateral negativo, que pode repercutir a dezenas de quilômetros a jusante, significa transferência horizontal de sustentabilidade. Quer dizer isto que, no meio rural a jusante, perdeu-se sustentabilidade no próprio leito do rio e em faixa marginal de largura variável para resolver um problema de escoamento pluvial na área urbana a montante. (Existe aí um claro viés moral, queiramos ou não reconhecê-lo.) Adicionalmente, e com frequência maior que a imaginada, pode ocorrer que trechos canalizados a jusante não comportem as vazões que antes passavam sem transbordamentos (para eventos chuvosos idênticos). Isto significa que a sustentabilidade derivada dissipou-se e uma mesoestrutura deixou de atender a exigências funcionais para as quais foi projetada e precisa ser refeita ou ampliada, em competição com outras necessidades diretamente reprodutoras de riqueza, como metrô, teatros, moradia popular. Isto é, ao fim e ao cabo, um saque sobre as gerações futuras, ferindo normas naturais do direito intergerações.

Na linha do projeto geossuportado, e concentrando agora atenção nos aspectos relacionados aos efeitos colaterais negativos, como o projeto geossuportado poderia atenuá-los ou até mesmo tirar partido deles para que se consiga ampliar o benefício do resultado desejado e o rol dos efeitos colaterais positivos? Vamos ser agora mais objetivos e considerar a extensão da Tereza Cristina até o Barreiro. Se fosse possível adotar um greide (do inglês grade, cota do eixo de uma estrada ou via pública), por exemplo, 2 metros mais elevado, ao longo da extensão possível, diga-se de 5 quilômetros, nas faixas marginais, considerando uma largura total de 40 metros, seria criado volume adicional de acomodação de bota-fora e entulho de 400 mil metros cúbicos, com capacidade de armazenamento de água de pelo menos 40 mil metros cúbicos. (Urbanistas e engenheiros poderão colocar objeções técnicas ou circunstanciais, como eventual limitação dada por viadutos ferroviário e rodoviário na altura do Anel ou da avenida Amazonas, construções já existentes nas marginais, aumento de custos, incompatibilidade de executar a obra com cronograma definido na dependên-

cia de uma velocidade menor de efetivação da demanda local de bota-fora de terra e entulho... tudo isto é compreensível, mas projeto é projeto, e a questão é saber se existiam tais possibilidades.) A exigência de coleta das águas pluviais, em toda a bacia de contribuição, para todos os projetos novos, e o estímulo para essa coleta nas edificações já executadas, priorizando grandes unidades horizontais, como galpões industriais, garagens, postos de gasolina e semelhantes, combinados, já na faixa dos gnaisses, porque nos filitos Sabará não seria eficiente, com a infiltração forçada nas situações favoráveis do ponto de vista hidrogeológico, completaria o conjunto de medidas compensatórias que, provavelmente, neutralizariam o impacto direto dos efeitos colaterais negativos acima referidos, além de ceder efeitos colaterais positivos mais expressivos para outros compartimentos da Cidade. Note-se que, no caso, estaria sendo aplicado o princípio das soluções compartilhadas, em que disfunções paralelas às que tenham motivado a intervenção estariam concomitantemente sendo removidas.

Risco geológico

O conceito de risco é muito abrangente. Quem não ouviu falar de risco de um investimento, de assaltos, de atropelamentos, de ser atingido por um raio? É útil o conceito, podendo-se a ele agregar potenciais sob a forma de probabilidades e de efeitos previsíveis da ocorrência de certos eventos. Viver é estar permanentemente exposto ao risco. A Humanidade não tem como eliminá-lo em todas as possibilidades reconhecidas.

Tenho visto uma abordagem temática e geograficamente tópica, circunscrita, do risco geológico. Para não estender desnecessariamente a questão, focalizemos algumas modalidades de risco de grande incidência no Brasil. O risco associado a escorregamentos não se limita, como todos nós sabemos, à maior ou menor probabilidade de ocorrerem os respectivos eventos, e conseqüentemente às perdas materiais e humanas diretas, estas sim, afetadas por uma dada probabilidade, mas estende-se para aspectos funcionais (ou disfuncionais) dos assentamentos urbanos a que está associada a probabilidade 1, equivalente a certeza! Com efeito, a mitigação do risco associado ao evento, levando aquela probabilidade a valores toleráveis, não torna a área funcionalmente eficiente porque continuam as pessoas sob o permanente estresse devido à disfunção residual, e portanto permanentemente

menos produtivas e menos capazes de identificar-se emocionalmente com o lugar onde moram, menos capazes de gostar da vida. Por outro lado, o Poder Público também não “dorme” em paz porque tem consciência das disfunções residuais e precisa manter aparatos de intervenção onerosos não só ali, mas também nas áreas a jusante.

Qual seria o indicador para qualificar apta uma área para receber a função de moradia permanente? Com certeza não um número resultante de uma análise de risco, por mais acurada que fosse, mas a convicção do geólogo de que residiria sim naquela área com a família, baseado nas respostas positivas a questões como: O evento agudo tem probabilidade desprezível? O caminhão de coleta de lixo entrará a qualquer tempo, assim como a ambulância? Meus filhos nunca deixarão de comparecer à escola por uma exposição maior que a de outras áreas? Nunca terei de permanecer em casa com receio de que minha família seja atingida, em minha ausência, pelo evento já pouco provável ou porque impere um destes “climas” tão freqüentes nas áreas onde o braço da segurança pública tenha sido substituído pelo dos “governos” paralelos, até por meras dificuldades operacionais? Não perderei bens móveis essenciais que poderiam durar por vinte anos?

Uma área com fatores geológicos predisponentes significativos demanda aplicação de vultosos recursos à mesoestrutura para embasar respostas positivas às questões acima. É econômico, globalmente, aplicar tais recursos, ou é melhor orientá-los para o remanejamento funcional da área, para o desempenho de outras funções nobres de que são tão carentes as nossas cidades? É mais econômico introduzir obras, ainda que bem projetadas, de mitigação, porque de custo direto de implantação menor que o remanejamento, mas continuar com os efeitos colaterais que não serão idealmente removidos, como sobrecarga dos sistemas de saúde, de segurança e de assistência a indigentes?

O outro exemplo é o das inundações. Além de desrespeitar claramente o domínio natural do rio, emparedando-o em leito artificial, a Cidade bloqueou generalizadamente os acessos ao sistema geológico, praticamente anulando seu papel regulador do ciclo hidrológico (o que é, obviamente, muito mais grave nas regiões de relevo ondulado, em que aos caudais torrenciais está associada grande energia potencial inicial e cinética em seguida, em que as altas velocidades das torrentes deixam escasso tempo para que o fluxo encontre as poucas frestas de acesso ao terreno, deixadas ao acaso). Os prejuízos imediatos são colossais, bastando para notá-lo que uma única inundação de três horas no Rio ou em

São Paulo pode levar, só de combustível perdido no engarrafamento, toda a receita orçamentária anual de uma cidade de 40 mil habitantes de nível socioeconômico intermediário (ex: Lagoa Santa na RMBH).¹²

Como tratar esta descomunal disfunção? Por certo não gastando dinheiro, mas, contrariamente ao que se tem visto, economizando-o, porque em cidade funcionalmente bem planejada não precisaremos jogar tudo em mesoestruturas não geradoras de riqueza, como são os sistemas de escoamento pluvial, mas preferencialmente em mesoestruturas capazes de gerar riqueza, como são as linhas de metropolitano. No Quadro 1, um dos fatores geológicos da sustentabilidade é a provisão de recursos hídricos. Como deve ser essa provisão? Naturalmente baseada nas dimensões de gestão e de procedência da água¹³ e considerando-se que o suprimento deve ser de acordo com a demanda, qualitativa e quantitativamente. Então vamos pôr o sistema geológico a funcionar explorando ao limite do que é tecnicamente recomendado os aquíferos urbanos, através dos poços tubulares (assim, reduzindo a demanda sobre o Campo, tornando sedentos os aquíferos e estimulando a infiltração, e dando sentido prático às exigências de proteção dos aquíferos); coletando e usando as águas pluviais (muitos usos residenciais e de instalações industriais e comerciais que dispensam condições de potabilidade); aproveitando os coletores prontos, como telhados, pátios e ruas cimentados; promovendo a infiltração forçada nas situações geológico-fisiográficas favoráveis (através de cisternas de infiltração ou similares); e dispondo resíduos inertes, reduzidos ao volume mínimo por reciclagem, de forma a fazer que funcionem como esponjas coletoras. Todas essas intervenções, que podem ser disseminadas pulverizadamente, ampliam excepcionalmente a eficiência de sistemas de escoamento prontos e melhoram substancialmente os cenários de funcionamento dos projetados, reduzindo-lhes os custos de implan-

12. Com efeito, se cada veículo, entre 1 milhão, consumir R\$5,00 a mais num engarrafamento desses, só em combustível a perda direta será de R\$5.000.000,00.

13. São dimensões de gestão da água: o caráter de insumo essencial; o caráter de agente geodinâmico e geotécnico; o caráter de veículo de poluentes e contaminantes. São dimensões de procedência próprias do Brasil: associação a mananciais superficiais, subterrâneos e a precipitações. No quadro atual de gestão das águas, a dimensão suprimento fica com a Concessionária e as demais, muitas vezes magnificadas pela filosofia reducionista das concessionárias, com a Prefeitura.

tação. Outras inúmeras formas de economias colaterais liberam crescentemente recursos para as mesoestruturas geradoras de riquezas ou redutoras de dispêndios, à medida que a população e os órgãos públicos convencem-se da eficácia dessa profunda revisão de paradigmas, e para a moradia decente, que deveria ser considerada o mais fundamental de todos os direitos relacionados ao acesso às conquistas materiais, porque é ele que representa a base essencial para que se cumpram os demais (saúde, educação, prosperidade progressiva, e cidadania). Exatamente como programou fazer a África do Sul em relato de Van Rooy (1996).

Do acima exposto conclui-se que o que está em risco é de fato a sustentabilidade, caracterizada pelos fatores geológicos e humanos, e que, não submetendo as disfunções associadas a esse risco a tratamentos de gestão que tenham forma orgânica e sistêmica, e conseqüentemente a capacidade de operar benefícios estruturais, a probabilidade de perda dessa sustentabilidade será sempre 1.

Fechando no risco uma constatação que se aplica a todo o fazer geológico, médico, da arquitetura, da engenharia, da economia e de tantos outros campos de aplicação da tecnologia: o fazer verticalizado é necessidade de incidência pontual, que não pode substituir o fazer horizontal. O fazer horizontal deve anteceder ao vertical para lhe dar o contexto que o justifique e também porque enseja a ação cooperativa entre áreas aparentemente tão distantes quanto a geologia e a medicina (preventiva), os objetivos harmonizando-se complementar e naturalmente.

Duas coisas essenciais não podem ser relegadas pelo geólogo: o uso da ferramenta apropriada ao contexto, sem pretender "vender" a última novidade da tecnologia, quando ela for dispensável (algo assim como o bom médico, que dispensa a tomografia computadorizada quando a situação do paciente não a exija); nunca deixar, quando couber, de iluminar a repercussão econômica associada à informação geológica (à medida que, embora economistas oficiais da globalização pretendam ignorá-lo, é a informação geológica insumo básico da decisão econômica que se pretenda acertada, porque fato iluminador de possibilidades e gerador de novas perspectivas). Exemplo de fato econômico que compete a nós geólogos iluminar adequadamente: o valor intrínseco do território brasileiro deprecia-se anualmente a uma taxa seguramente não menor que 5% do PIB, devido à redução da sustentabilidade fundamental. (Um reservatório assoreado pode ser amor-

tizado e até ter um certo valor residual, mas, diferentemente de um bem móvel, não pode ser substituído!) Estancar esse processo (preservação e conservação) é imperativo do direito intergerações, e inverter o sentido ascendente atual de sua curva (reabilitação) é tarefa colossal, entretanto de custo negativo, por todos os benefícios colaterais que serão imediatamente colhidos, um dos quais a geração de excepcional demanda de mão-de-obra a acabar com o desemprego por muitas gerações sucessivas em todos os níveis de qualificação disponíveis no País. Outra, mais importante ainda, será a impregnação educativo-cultural que disso resultará.

Esta é a resposta geológica à questão do risco: nada menos que proteger a sustentabilidade ameaçada e recuperar a sustentabilidade perdida.

É também nesta abordagem horizontal que se encontra o verdadeiro sentido da palavra cultura: cultura é a capacidade de encontrar utilidades para as coisas que temos. Encontrar coisas para as utilidades que concebemos é também muito bom, mas não se confunde com cultura. É ciência; não tem necessariamente compromisso com a solução imediata dos problemas da humanidade. Importa, portanto, procurarmos logo utilidade maior para o deserto do Saara, sem prejuízo de desenvolvermos a bolha ambiental a ser usada na conquista do espaço.

Planejamento a longo prazo

Um princípio de geologia urbana que tenho procurado desenvolver é o da previsibilidade, explicitado em outras palavras por Prandini e incorporado a capítulo de livro que tive de terminar sozinho, porque, entre o início e a terminação de nosso trabalho conjunto, ele escapou assim de nosso convívio como um pássaro que viu a luz da liberdade iluminar o mais distante de todos os horizontes. De início poderíamos dizer, que se para desenvolver a ciência geológica o princípio do atualismo (*present provides the key for the past, ou o presente é a chave do passado*), de James Hutton, foi fundamental, poderíamos trabalhar com um corolário dele adaptado às necessidades da geologia urbana, que poderia ser enunciado sinteticamente por "o futuro é a imagem virtual do passado". Isto quer dizer que a construção do futuro será sempre um processo semelhante ao que vinculou o presente ao passado. A introdução do fator antrópico já produziu história, que oferece critérios seguros para o estabelecimento de previsões. Se plane-

jar é uma arte de composição de cenários quantificados ou puramente mentais, e de, em consequência das antevistas construídas, introduzir alterações em parâmetros relevantes de que dependem os processos incluídos, não há objeto mais extraordinariamente fascinante que a Cidade, com seu desafiante metabolismo, para um exercício dessa índole.

Hutton, citado por Capra em *A teia da vida*, sustentava que os processos biológicos e geológicos estão todos interligados, e comparava as águas da Terra ao sistema circulatório dos animais. Ninguém melhor que Hutton para dar sentido ao supostamente moderno lema ecológico: "Pensar globalmente e agir localmente". Com efeito, num mundo marcado pela ecologia rasa e fragmentária, que acaba por induzir o oposto, o pensar globalmente deve significar pensar no tempo do passado ao futuro e no espaço de pólo a pólo e do centro da Terra aos confins do universo. Só assim será possível, de fato, agir localmente de modo responsável em benefício da geração atual e das futuras.

É importante aqui fazer uma pausa para comentar como opera a Lei na gestão territorial, inclusive urbana. O Código Florestal, reproduzido em leis estaduais (até porque não podem legislar diversamente, senão complementarmente), estabelece que os rios brasileiros são todos iguais, exceto pela largura. Em muitas regiões brasileiras, a determinação lá contida de que certa faixa marginal é de preservação permanente, assim como os topos de morros, obriga o proprietário a atuar na meia-encosta, exatamente a porção onde a ativação dos processos erosivos é mais difícil de controlar. Nestes casos, se invertidas as determinações da Lei, ela fica menos destrutiva do ponto de vista ambiental. Muito mais destrutivo, entretanto, é o fato de ela decidir onde fazer e onde não fazer, sem qualquer salvaguarda de estudos apropriados de áreas tão distantes quanto geologia, hidrologia, agronomia, geomorfologia e outras (quero dizer: a lei dos homens passa sobre as leis da natureza, algo como revogar a lei da gravidade, e sobre isto, por decidir *a priori*, dispensa estudos crucialmente necessários). Transpondo a questão para o plano urbano, há dispositivos semelhantes. Não se está aqui dizendo que alturas de edifícios não devem ser limitadas quantitativamente pela lei, mas há números associados a questões que definitivamente dependem de estudos locais e estão igualmente lá predefinidas (ex.: os bem recebidos 20% de manutenção de área não ocupada, simplificadoramente referidos como "taxa de permeabilização",

serão sempre positivos, entretanto com eficácias muito variáveis em função do relevo e da formação geológica ocorrente, mas sempre insuficientes¹⁴ para compensar o bloqueio à infiltração, senão nas áreas planas, de terrenos permeáveis, onde a descarga dos telhados seja dirigida para essa faixa). A dinâmica automatizada que tais dispositivos implantam produz resultados muitas vezes opostos aos visados e pode dispensar uma vigilância objetiva sobre o metabolismo urbano, em decorrência do pressuposto de que a matéria regulada em lei está resolvida. Sendo a Lei o instrumento mais poderoso para orientar a dinâmica do território como um todo e urbano em particular, o planejamento a longo prazo não pode deixar de considerar a adequação do conteúdo e da forma da lei aos propósitos desse planejamento.

Nesse planejamento a longo prazo ganha visibilidade maior o transporte de bens e pessoal. Quanto ao transporte pessoal, já se fez referência ao metropolitano. Já em relação ao transporte superficial, de longa e média distância e local, ganha visibilidade maior o Anel Rodoviário de Belo Horizonte, que é parcial devido à Serra do Curral. Ele é irremanejável segundo ótica exclusivamente voltada para a solução dos problemas de tráfego, porque o alívio que traria seria rapidamente absorvido pela dinâmica metropolitana. Considerando que parte substancial do tráfego pesado de longa distância não tem Belo Horizonte por destino, foi proposta à Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) a construção do Hiperanel Viário, passando a cerca de 100 quilômetros do centro da cidade. Para tal proposta foi considerado um conjunto de benefícios diretos e indiretos, configurando o resultado desejado. São eles: redução de tempo de viagem para todo o tráfego que não demanda Belo Horizonte, aumentando a eficiência da rede rodoviária nacional, que tem em Belo Horizonte seu principal entroncamento (interesse federal); integração direta de distintas regiões do Estado, igualmente dependentes desse entroncamento, e indução do desenvolvimento regional (interesse estadual); distribuição de funções metropolitanas com os principais pólos do hiperanel, induzindo a concentração de população onde são abundantes água, materiais de construção, solo arável, outros recursos minerais e importantes fatores

14. Com efeito, num terreno como o da Formação Sabará, em área de declividade acentuada, dificilmente a taxa de infiltração natural será maior que 20% e, neste caso, os tais 20% de taxa de permeabilização estariam evitando a circulação de apenas 4% da quantidade precipitada.

geológicos e socioculturais do desenvolvimento turístico; e atenuação do crescimento populacional da RMBH. O financiamento do hiperanel é menos uma questão de alocação de recursos novos e mais de direcionamento de recursos orçamentários com vista ao objetivo. É, portanto, mais propriamente, uma atitude nova da qual a redefinição de prioridades é consequência lógica.

Esse é o ponto em que vale a pena tecer algumas considerações a respeito do permanente dilema estatal *versus* privado, que a equação da interação pode ajudar a resolver. Com afeito, o empreendimento privado é, por mais complexo que seja, acentuadamente linear, em que o empreendedor promove intervenção voltada exclusivamente para o resultado desejado. Efeitos colaterais positivos que não lhe acrescentem benefícios diretos não lhe interessam a ponto de fazê-lo perder o sono. Efeitos colaterais negativos que não o atinjam diretamente também não o absorvem, pois considera que para mitigar tais efeitos paga impostos. O resultado, portanto, é que a ação privada só cuida dos aspectos colaterais positivos e negativos nas situações em que a ação complementar sobre tais efeitos a beneficiem claramente, ou em que a Lei manejada por um Estado forte deste ponto de vista force tal ação. Do exposto resulta que o empreendimento privado sempre será de aproveitamento de possibilidades e apenas indiretamente de geração de possibilidades. Já o Estado, que, em tese, visa ao bem-estar geral, tem, em princípio, a predisposição para um exame mais global dos efeitos colaterais positivos e negativos. Como ocorre que suas ações de governo interessam muitos objetivos cruzados, as situações de abrir os olhos para tais efeitos são muito mais freqüentes que para o empreendedor privado. Um Estado fraco em planejamento não abre os olhos senão para os efeitos colaterais positivos e negativos que lhe sejam mostrados por quem mantém seu governo. Desta forma, os governos costumam conduzir o Estado na direção de cuidar dos efeitos colaterais positivos e negativos sob a ótica particular ou privada. Estados socialistas ou de centro-esquerda, incluindo entre os primeiros a União Soviética e seus satélites, não diferiram dos capitalistas quanto ao manejo das bases tecnológicas cuja gestão foi, portanto, igualmente reducionista. Com o acentuado cerceamento das liberdades individuais, pouco puderam

aproveitar da criatividade das pessoas,¹⁵ ainda que com padrões de educação fundamental satisfatórios. Conseguiram esses Estados socialistas ser piores, na atenção ao ser humano, que os capitalistas ocidentais, por exemplo, em questões de segurança do trabalho, com milhares de acidentes fatais por ano em minas subterrâneas, escassamente divulgados, e na questão ambiental, igualmente por falta da imprensa livre. A escassa diferenciação dos resultados globais resulta da não-diferenciação radical nas tecnologias de gestão.

Ainda quanto à tecnologia da gestão, importa ressaltar que, não sendo alguns resultados colaterais positivos e negativos nem contemporâneos nem co-espaciais com as intervenções promovidas, não há visibilidade imediata de sua origem. É a iluminação da realidade geológica que permite determinar de forma inequívoca a origem de tais resultados, bons ou ruins, e a opacidade relacionada que o impede. Quando o resultado é ruim, não interessa essa iluminação, e quando é bom interessa. Quem detém o poder decide. (Mais uma vez, recomendo a leitura de capítulo especial.)

Fica assente que a mais repetida de todas as frases de dirigentes públicos em épocas de crise, e até fora delas – “Não dá para ser feito porque não há recursos” –, é quase sempre totalmente questionável. A que se pode admitir por verdadeira é: “Não há recursos porque não se fez”.

15. Há vinte anos conversava com um colega português, que se surpreendeu quando lhe disse que o regime soviético, por vários indicadores, não tinha conseguido levar ao povo a felicidade. Respondeu-me que o regime soviético era a negação do comunismo que ele professava, e que tal estado de coisas só persistia por mais de sessenta anos porque o povo russo jamais conhecera a liberdade. Não podia, pois, cogitar de aspirações das quais ele, europeu ocidental, jamais abriria mão.

VII – RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA A GESTÃO

There is no glory in the foundations.
KARL TERZAGHI

Retomando a equação da interação, imediatamente conclui-se que o caráter constitutivo e comportamental do ambiente tecnogênico presente vai interagir diferenciadamente com intervenção antrópica que tenha caráter homogêneo. Reflitamos um pouco sobre isto, pensando em todas as cidades que conhecemos. Reconhecemos que são praticamente idênticas em suas soluções tecnológicas, no que diz respeito à sua implantação física, constituindo este fato um desvio de ajuste da tecnologia às condições do terreno, resultando adequação casual e inadequação como regra, neste caso, ou determinando desempenho insatisfatório ou custos de execução e manutenção elevados. O desempenho, portanto, há de ser diverso, bom, sofrível, intolerável. Exemplos? Na praia as cidades costumam resolver improvisadamente o problema do suprimento de água, em cisternas (FIG. 15). Muitas delas têm já seus aquíferos costeiros precocemente contaminados pela cunha de águas salinas.¹⁶ As residências situadas em elevações suaves, em terreno arenoso, poderiam ser dotadas de cisternas reversíveis (de infiltração quando chove e de produção quando não chove) nos quintais, infiltrando toda a água pluvial excedente à que poderia ser colerada dos telhados. Isto significa, nos momentos de chuva, colocar uma bolha de água doce sobre a cunha salina, compensando o processo

16. Isto se dá porque, nos aquíferos costeiros, água doce, proveniente diretamente da chuva ou de regiões montanhosas adjacentes, flutua sobre a água salgada (mais pesada). Não se contaminam mutuamente porque o reservatório geológico não é aberto como um vaso, mas um sistema poroso que dificulta essa contaminação mútua. Todavia, as leis da hidráulica determinam que a interface oscile, subindo quando diminui a capa de água doce e descendo quando esta aumenta. Por essa razão, as águas de cisternas costeiras tendem a ficar mais salobras quando muito exploradas e mais doces quando pouco exploradas ou quando chove muito.

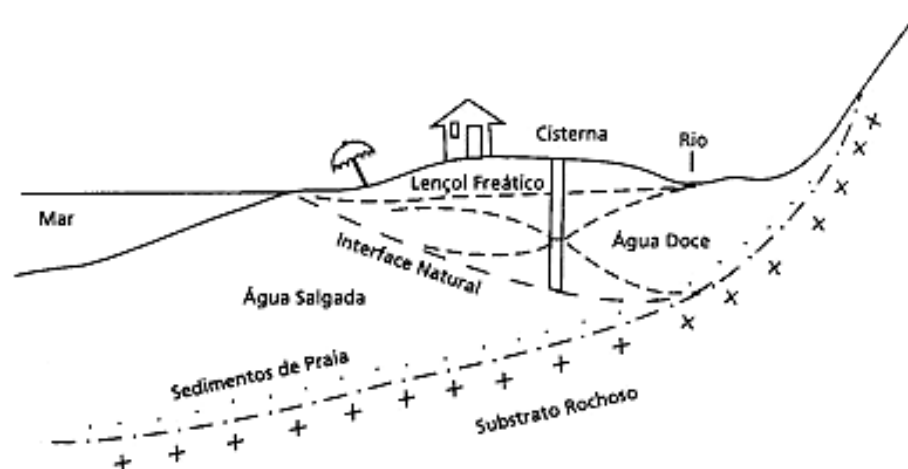


FIGURA 15 – Influência de cisterna no lençol freático e na interface água salgada/água doce em ambiente de praia. O bombeamento de água da cisterna provoca um rebaixamento do lençol freático (água doce) e uma subida da interface água salgada/água doce, chegando a um ponto em que praticamente só água salgada sai da cisterna (as pessoas dizem que a água da cisterna está ficando salobra). Se, nos momentos de chuva forte, a água dos telhados for conduzida para a cisterna, a água doce pesa sobre a salgada, contrapondo-se ao efeito acima.

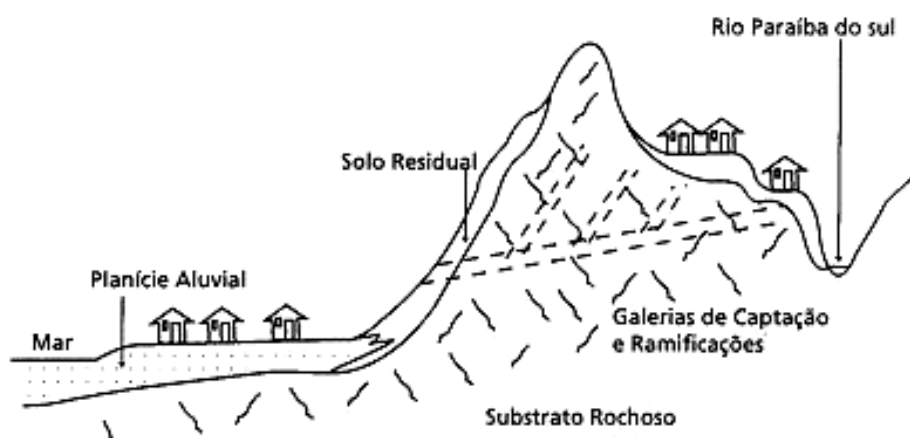


FIGURA 16 - Esquema de galeria pluvial abastecendo uma cidade litorânea, ao pé da Serra do Mar. Executada uma galeria mestra, a partir dela podem ser executadas ramificações. Cidades de porte médio podem ser abastecidas com algumas vantagens sobre o sistema convencional: economia de energia (a água vai por gravidade); economia de produtos de tratamento; possibilidade de crescimento gradual da produção por extensão das galerias, acompanhando o consumo. Na região serrana, a preservação e a recriação de maciços vegetais e a adequada disposição de efluentes inertes, contidos por diques retores, constituem importantes medidas de estímulo à infiltração, garantindo a regularidade da recarga dos volumes de maciço que abastecem as galerias.

exatamente oposto ativado pela cisterna quando em produção, que retira a lâmina de água doce, provocando, assim, a subida da cunha de água salgada, que é a situação exibida na FIG 15. Poderiam dizer que a água dos telhados não seria suficientemente boa para a recarga, mas será melhor que a do lençol freático, em tais ambientes muito exposto a contaminações diversas.

Muitas dessas cidades são abastecidas precariamente em caminhões-pipas cobrando R\$ 10,00 a 15,00 por metro cúbico; as pessoas vão para a praia nos meses de dezembro a fevereiro, quando os pipeiros fazem a festa. Por acaso é nesses meses que mais chove, e a água dos chuveiros, dos sanitários e de lavar o carro poderia ser perfeitamente a água da chuva de ontem à noite. Essa água coletada, além de estar livrando dinheiro para o camarão e a cerveja, poderia estar aliviando o trânsito de caminhões pipas nas ruas atravancadas. A manutenção do que se vê significa que nenhuma tecnologia construtiva especial para a situação foi adotada. Ainda nessas cidades, observa-se que, para além do fato de terem destruído porções significativas de mangues, que deveriam ser preservados como verdadeiros santuários, lançaram-se freqüentemente as mesoestruturas viárias em greide muito baixo, e o casario também se construiu em nível baixo. As conseqüências vão das inundações freqüentes na combinação de chuvas fortes com marés altas a outras não menos desagradáveis, como o refluxo dos esgotos (1 metro a mais de camada de areia, como adaptação da infraestrutura, colocaria a mesoestrutura e a superestrutura ao abrigo desses transtornos.)

Passando agora a cidades de porte maior, que não vivem exclusivamente da praia, na longa faixa que vai de Santa Catarina até pelo menos Vitória, no Espírito Santo, o suprimento de água assume dimensão muito relevante, porque, obviamente, águas superficiais locais não são suficientes. Lembra-se muito bem o Brasil inteiro das grandes obras da adutora do Guandu, nos anos 60, constituindo um dos mais acariciados temas de propaganda do governo Carlos Lacerda. Essa solução de suprimento por via convencional implica gastos vultosos com a execução de barramentos e de tomadas d'água nos rios que descem da serra do Mar, e de adutoras executadas em condições difíceis nas vertentes íngremes e sujeitas a instabilizações em trechos extensos. Para os maiores aglomerados, como o Rio de Janeiro, Santos, Joinville, Camboriú-Itapema, Angra dos Reis, possivelmente solução do tipo não seria dispensável, mas para comunidades de porte menor,

isoladas, parecem claras as possibilidades de suprimento a partir de galerias executadas na serra (FIG. 16), começando a curta distância dessas comunidades e dirigidas para o interior do maciço gnáissico, segundo diretrizes traçadas pela geologia estrutural aplicada, buscando precisamente aquelas estruturas de ruptura frágil potencialmente condutoras de água (filosofia oposta à dos projetos de túneis viários, em que essas zonas de percolação de água tendem a ser, justificadamente, evitadas). Tais galerias teriam custo inicial mais elevado que o da solução convencional, entretanto computando-se a seu favor a dispensa do custo de tratamento e de adutoras extensas, apoiadas nas vertentes instáveis, além de evitar o desvio do rio que pertence às comunidades rurais, que precisam crucialmente de suas águas livres para a pesca, a agricultura e o turismo. Poderiam ser alongadas continuamente, ou ramificadas em leque, de modo que o suprimento crescesse gradualmente, acompanhando a demanda. As oscilações desta ao longo do ano determinariam oscilações de produção facilmente executáveis, para tal bastando fechar ou abrir válvulas de controle de uma ou mais galerias. Por não se aproveitarem facilidades geológicas obrigatoriamente existentes em vários pontos da extensa fachada, continuamos na mesmice das soluções convencionais, aceitando custos diretos e indiretos maiores, sem contestação da sociedade civil, muito despreparada para o debate em torno de opções existentes, nunca exploradas.

Ainda dedicando um pouco mais de tempo à reflexão sobre os assentamentos litorâneos, de muito interesse para os mineiros, muitos proprietários pelo menos de São Paulo ao sul da Bahia, vale a pena comentar sobre a estabilidade da linha de costa. Mesmo em condições naturais, nenhuma linha de costa é estável a longo prazo. Oscilações do nível geral do mar ocorrem em resposta a alterações climáticas globais e oscilações regionais ou locais são determinadas por movimentos crustais. A última oscilação global, transgressiva (o mar avançando sobre os continentes), ocorreu há alguns milhares de anos, em consequência do degelo.¹⁷ O nível do mar subiu algumas dezenas de metros e nas costas recortadas do Sudeste muitas baías formaram-se

17. Entre o século X e o século XIII, houve pequena oscilação para baixo do nível do mar, por causa de *Pequena Idade do Gelo*, que teria sido responsável pelo isolamento de colônias nórdicas na Groenlândia, resultando em sua extinção, por inanição, conforme teria sido comprovado por arqueólogos que encontraram esqueletos nórdicos com características de carência alimentar.

e muitas formações rochosas ficaram isoladas como ilhas. O grande aporte de sedimentos provenientes da serra do Mar proporcionou um enchimento rápido dessas baías e o entulhamento de estreitos que separavam essas ilhas do continente. Baixadas litorâneas, como a baixada Fluminense e a Santista, formaram-se desse modo. Em alguns locais houve a deposição de material argiloso, que ainda se encontra em processo de consolidação natural, correspondendo a este fato problemas delicados de fundações nesses ambientes, como bem conhecem os engenheiros. Chamo atenção, entretanto, para processos ainda mais recentes, já afetados pela presença tecnológica representada por barramentos de grandes rios e pela construção das cidades de praia. Com os barramentos de grandes rios e conseqüente retenção de sedimentos nos respectivos reservatórios, a estabilidade da linha de costa pode ser afetada por deficiência de suprimento de materiais. Tenderá o mar, dependendo das correntes litorâneas, a avançar sobre a costa por falta desse suprimento. Este processo pode dar-se imediatamente junto à embocadura ou no litoral adjacente para onde as correntes conduziam o sedimento. Pode ocorrer também um rebaixamento de alguns decímetros do solo costeiro, devido ao adensamento de camadas argilosas conseqüente a uma exploração excessiva de água de camadas de areia intercaladas às camadas argilosas. Esses poucos decímetros podem atrair a linha de costa. Em alguns casos a destruição física de linhas de recifes, abrindo canais para a navegação, ou a alteração das condições que favoreciam a construção recifal, por poluição, podem permitir a entrada de correntes que antes passavam ao largo (caso da Boa Viagem, em Recife?). Também a construção de quebra-mares pode desviar as correntes marinhas, fazendo com que a costa avance em alguns pontos, todavia retrocedendo em outros, devido à inerente mudança dos pontos e dos ângulos de ataque dessas correntes à linha de costa.

O fato que pretendo pôr em realce é que, nos taludes do interior, submetidos a ataques do principal agente da erosão (a água), sempre se encontram pontos de apoio fixos para neles basear as estruturas e outras intervenções de controle, sendo relativamente fácil, para quem domina a dinâmica dos processos erosivos internos, prevenir, controlar ou corrigir o processo erosivo. Na costa esses pontos fixos nem sempre estão disponíveis, podendo-se, em alguns casos, simplesmente dizer que não existem, porque, em verdade, eles podem ser mutantes na sua geografia particularmente desafiadora. Ocorre aqui uma similaridade

interessante com o princípio da incerteza da física. Não saberia, entretanto, descrever melhor essa similaridade, que proponho de forma intuitiva por deficiência de conhecimento de aspectos mais sutis dessa ciência maior. Não obstante, penso que os tais pontos de apoio não serão encontrados em elementos fisiográficos naturais ou construídos, como baluartes que tudo resolvam, mas na geração de relações de equilíbrio dinâmico que poderão envolver tais elementos, todavia com funções precisas, numa teia de relações extremamente sutis, provavelmente um desafio maior à mente humana no controle das relações físicas do Homem com a Terra.

Minas Gerais tem "costas interiores", formadas nos grandes reservatórios de hidrelétricas. O elemento líquido aqui, diferentemente do mar, é essencialmente passivo, agindo muito pouco na elaboração do material conduzido pelos rios, quer mecânica, quer no sentido de absorver, dispersar, oxidar. Desta forma, cargas de poluentes incorporadas aos depósitos deltaicos tendem a sobreviver por mais tempo. As oscilações de nível desses reservatórios, embora, em princípio, desfavoráveis ao uso deles em atividades do tipo de balneários, podem reduzir um pouco essa passividade e conter aspecto positivo na exposição solar desses depósitos. O efeito fétido inerente a tais exposições, se não for acentuadamente reduzido o aporte de carga orgânica e de outros efluentes por ele responsáveis, estará sempre presente. Outro processo inevitável será a geração de material particulado liberado pela exposição e insolação, que, havendo ventos fortes, constituirá outro tipo de transtorno. Vale dizer, sem ventos, teremos o mau cheiro; com ventos, a poeira.

Seguindo agora para o planalto da bacia do Paraná, podemos usar a cidade de Bauru, em São Paulo, como exemplo, reproduzido com variações locais em muitos outros pontos do mesmo Estado, do Triângulo Mineiro e do Paraná. Ali o arenito Marília do Grupo Bauru, de idade cretácea, é um bom reservatório e contribui com cerca de 50% do suprimento da importante cidade. Os outros 50% são buscados no rio Batalha, abastecido em parte pelas águas que percolam o arenito Marília. A captação (falo com base em observações locais de 1995) sofria periodicamente com problemas de assoreamento relacionados à intensa erosão linear que afeta a região, e mais de uma vez o abastecimento foi interrompido ou reduzido. A cidade cresce nas superfícies de topo locais, sem lançar mão da coleta das águas pluviais, determinando ou acentuada erosão, ou custos crescentes de escoamento.

mento pluvial na transposição do desnível na vertente dessa formação, caracterizada por excepcional susceptibilidade ao escoamento torrencial (erodibilidade). Pagamos todos por casos como este, de subutilização do fato geológico, que poderia estar determinando possibilidades, todavia no caso condicionando desempenhos.

O acima exposto, quase limitado à questão hídrica, mas passível de extensão aos demais fatores de sustentabilidade, comprova a inexistência, como regra, de tecnologias de gestão afeiçoadas ao quadro geológico, daí resultando deseconomias que só podem ser absorvidas com a manutenção de insuportáveis desigualdades entre países, entre regiões, entre a Cidade e o Campo e entre indivíduos.

A humanidade precisa desenvolver tecnologias em duas linhas distintas. A primeira é a tecnologia básica para a gestão, que não é necessariamente integrada por elementos novos, mas, às vezes, até muito antigos, entretanto conformados e adaptados a contextos locais, climáticos, geológicos, econômicos e sociais. A segunda é a tecnologia setorial, especializada, de aplicação universal, e em geral independente de tais contextos, como é o caso das tecnologias relacionadas a áreas de comunicação, de biotecnologia, de medicina e outras, que se aplicam do Alasca ao Amazonas. Há, em todas as áreas do conhecimento, situações em que o uso de tecnologia tipicamente setorial triunfa sobre a tecnologia de gestão, nem sempre da forma mais recomendável para a economia global. Não pretendemos aqui discutir profundamente o assunto, não obstante vale a pena apresentar ao leitor alguns exemplos do que digo. Tomo emprestado, à medicina, a tomografia computadorizada, um desses exemplos de tecnologias novas e absorventes. Tenho lido, mais de uma vez, escritos e entrevistas de médicos criticando o seu uso indiscriminado, caracterizando abuso e encarecendo significativamente o diagnóstico, em casos de seu uso não criterioso, e por consequência o do tratamento. Na área da geologia urbana e ambiental, pelo desconhecimento do ambiente tecnogênico 1 em seus aspectos constitutivos e comportamentais, é comum serem adotados tratamentos caros e desnecessários. Constitui bom exemplo a adoção de dispositivos dispendiosos de contenção de plumas de contaminação na disposição de efluentes. Claro está que a natureza do efluente pode determinar a adoção de tais dispositivos, mas nunca a sua adoção generalizada e indiscriminada, porque em certos casos a faculdade de absorção, neutralização ou filtração natural de tais componentes, que pode ter o sistema geológico local, pode dar conta do objetivo. A generalização da

adoção de tais procedimentos pode conduzir exatamente ao que se deseja evitar, no dizer de Prandini: por ser impraticável proceder ao ideal, acaba-se por anistiar o inaceitável, que é nada fazer a respeito.

Tendo iluminado um pouco do contexto geológico em que se insere a cidade de Belo Horizonte e, claro, envolvendo outros componentes que se explicitarão à medida que os recursos tecnológicos forem expostos, passarei a fazê-lo, justificando em cada caso a sua recomendação. Mais uma vez sou obrigado a chamar a equação da interação para deixar bem claro o que será exposto.

O objetivo da gestão é essencialmente que a Cidade seja eficiente do ponto de vista funcional. Para isso é essencial que toda intervenção, não importa seu porte,¹⁸ na área urbana, além do resultado desejado, produza efeitos colaterais positivos e que implique a introdução de medidas compensatórias para os efeitos colaterais negativos. Isto significa que, em verdade, os efeitos colaterais positivos poderiam estar incluídos no resultado desejado, aqui dele separados apenas por questão de visibilidade. Quando idealmente se embutem esses efeitos colaterais positivos nos objetivos explícitos da intervenção, em verdade a Gestão da Cidade estará pondo em prática o "princípio das soluções compartilhadas", o que equivale a dizer que com um pouco de investimento a mais amplia-se o benefício visado. Em relação à compensação dos efeitos colaterais negativos, importa dizer que inúmeras intervenções têm a característica de gerá-los inevitavelmente, e que não poderão deixar de ser feitas por causa disso. Dispensarei exemplos. Os recursos tecnológicos serão apresentados individualmente e a seguir convocados a integrar soluções para as disfunções urbanas mais típicas.

Coletor pluvial

Em verdade não falo do coletor, porque ele está pronto, em três modalidades distintas: telhados ou lajes de cobertura, pátios cimentados e vias asfaltadas. A de aproveitamento mais próximo da viabilização é a primeira. As situações mais favoráveis são as de grandes galpões industriais, comerciais e de serviços, às vezes até já dotados de calhas. Falta-lhes apenas o reservatório para onde conduzir a água

18. É muito importante esta inclusão total: com efeito, o metabolismo da Cidade pode ser globalmente afetado por pequenas intervenções gerando efeitos colaterais negativos e potencialmente positivos, o que fica bem evidenciado pelos efeitos sobre a infiltração de dezenas de milhares de telhados.

coletada (FIG. 17). Outras edificações, como residências individuais ou edifícios de apartamentos, estádios, prédios escolares, poderão requerer pequenas adaptações arquitetônicas. Usos típicos da água armazenada, perfeitamente compatíveis com a qualidade das águas pluviais, são inúmeros. Os pátios deveriam ser preferencialmente de paralelepípedos ou de pedras irregulares do tipo “pé-de-moleque”, ou revestidos de brita solta, permitindo franco acesso ao sistema geológico e favorecendo a infiltração. Na maioria são cimentados, quer por necessidades específicas de suas funções, quer por questões ambientais, como evitar a geração de poeira. Podem ser dotados de reservatórios enterrados com capacidades proporcionais às áreas coletoras e operados por bombas de pequena potência, viabilizando inúmeros usos inerentes às atividades do proprietário. As vias asfaltadas são excepcionais coletores. Nas áreas de urbanização consolidada há pouca contaminação de caudal sólido, mas serão coletadas folhas e contaminações outras, como borracha de pneus e outros detritos das ruas. É obviamente, como a do caso anterior, uma água de qualidade inferior à dos telhados, mas ainda adequada para muitos usos da administração pública, como na lavagem de calçadas, veículos de serviço, rega de gramados, extinção de incêndios e outros. O reservatório ideal, quando disponível nas proximidades, é a cavidade de mineração desativada, que terá de ser adaptada para a função.

Infiltração forçada

As meso e superestruturas urbanas, em variáveis medidas, bloqueiam a infiltração. Este é um tipo de impacto ambiental absolutamente inevitável em todas as construções cobertas e em grande parte do sistema viário. Este bloqueio gera grande aumento do escoamento superficial, constituindo causa maior das enchentes urbanas, da erosão, principalmente quando o bloqueio ocorre nas áreas mais elevadas (onde o escoamento começa com grande energia potencial) e do asso-reamento. Deixar de buscar a necessária compensação para este impacto (efeito colateral negativo) constitui, na materialidade, um crime ambiental.¹⁹ No item anterior já se expôs uma medida compensatória,

19. A bem conhecida taxa de permeabilização consagrada na presente LPOUS, que consiste em deixar sem edificação 20% do terreno, embora merecedora de aplauso, não é de fato compensação, mas apenas uma redução do impacto.

caracterizada pela coleta e uso das águas pluviais. A infiltração forçada (FIG. 17) é recurso adicional ou alternativo. Com efeito, nos tempos de chuvas prolongadas ou muito intensas, sobram águas pluviais em relação à capacidade de armazenamento. Nas áreas elevadas, de terrenos dotados de boas características de permeabilidade natural, existe significativa espessura de solo aerado, capaz de absorver quantidades variáveis de águas pluviais. Em tais áreas a construção de cisternas secas permite conduzir as águas dos coletores pluviais ao sistema geológico. É uma medida que não recompensa diretamente o proprietário, a menos que ocupando área muito grande, mas que constitui importante contribuição para o controle dos danos ambientais devidos à urbanização. Um dia a lei ambiental determinará a generalização da medida para os terrenos permeáveis em altitudes elevadas.

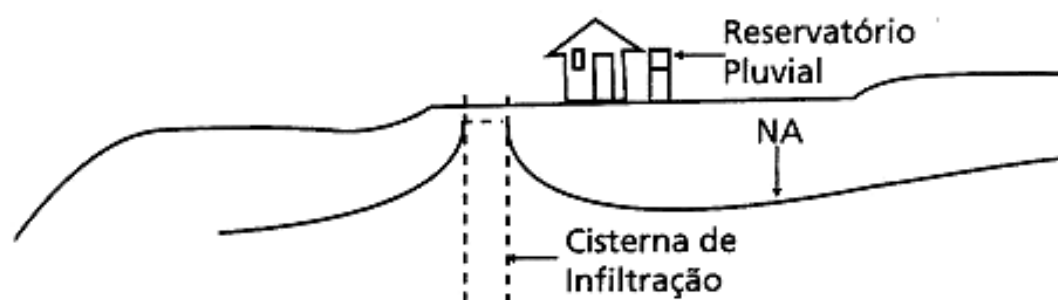


FIGURA 17: Reservatório pluvial e cisterna de infiltração em residência na Superfície de Topo.

Poços tubulares

Individualmente considerados, os poços tubulares (FIG. 18) constituem bons exemplos de tecnologia setorial. São eles que viabilizam o assentamento humano e, portanto, o desenvolvimento em muitas áreas densamente ocupadas. Muitos países têm nas águas subterrâneas o componente maior de sua matriz suprimento de água; em certas situações, o único. A tecnologia setorial assim desenvolvida pode resolver problemas de abastecimento desde residências individuais com poços de pequena profundidade até cidades inteiras e grandes extensões de campos cultivados. Poços tubulares com pro-

fundidades de centenas de metros podem produzir água para uso convencional ou para a manutenção de balneários.²⁰ Não é surpreendente, embora possa parecer ao belo-horizontino, dado que o sistema geológico que lhe dá sustentação não se notabiliza por esse aspecto particular da sustentabilidade fundamental. Acontece que as reservas de águas subterrâneas são imensamente maiores que as das águas superficiais, considerando a terra inteira.

Os poços tubulares, em áreas onde a maior parte do suprimento baseia-se nos mananciais superficiais, podem, todavia, ser usados como importantes recursos tecnológicos para a gestão. Com afeito, antes da entrada em operação do sistema do rio das Velhas, parte substancial do abastecimento de Belo Horizonte fazia-se através de poços tubulares, impropriamente chamados artesianos (porque artesianos verdadeiros, qualificativo derivado de Artois, França, são poços em que a água, estando sob pressão no aquífero, jorra do poço sem exigir bombeamento). Essa história de uma fase de abastecimento da cidade pode ser resgatada no sentido de animar órgãos públicos, empresas privadas, condomínios, clubes e proprietários individuais no sentido de usarem o recurso como recurso tecnológico da gestão. Onde está a diferença? No fato de que o poço não será o componente maior da matriz-suprimento, mas um componente complementar de preciosa valia, reduzindo a demanda sobre o sistema principal: para o particular, representa economia significativa na conta de água; para os governos estadual e municipal, evita investimentos maiores que os necessários para o atendimento de demandas localizadas, distantes da rede geral. Todavia, o que mais caracteriza o poço tubular como medida de gestão é o fato de ele proporcionar efeitos colaterais positivos. Entre outros, são os seguintes: a) evitar a extensão de redes para regiões remotas sem bons mananciais superficiais; b) alongar o horizonte de atendimento do sistema central (dispensando grandes investimentos na ampliação precoce desse sistema); c) diminuir o tempo de maturação, medido em semanas, enquanto a ampliação ou a implantação de grandes sistemas pode demandar anos; d) ampliar o conhecimento do subsolo e o estímulo ao desenvolvimento tecnológico da pesquisa geológica e geofísica; baratear sensivelmente o custo dos poços tubulares por ampliação da demanda; e) estimular a pequena e a média indústria de

20. Um efeito colateral positivo da aventura da Paulipetro em São Paulo foi a descoberta de importantes reservas de águas termais, que suponho aproveitadas em balneários.

Poços Tubulares

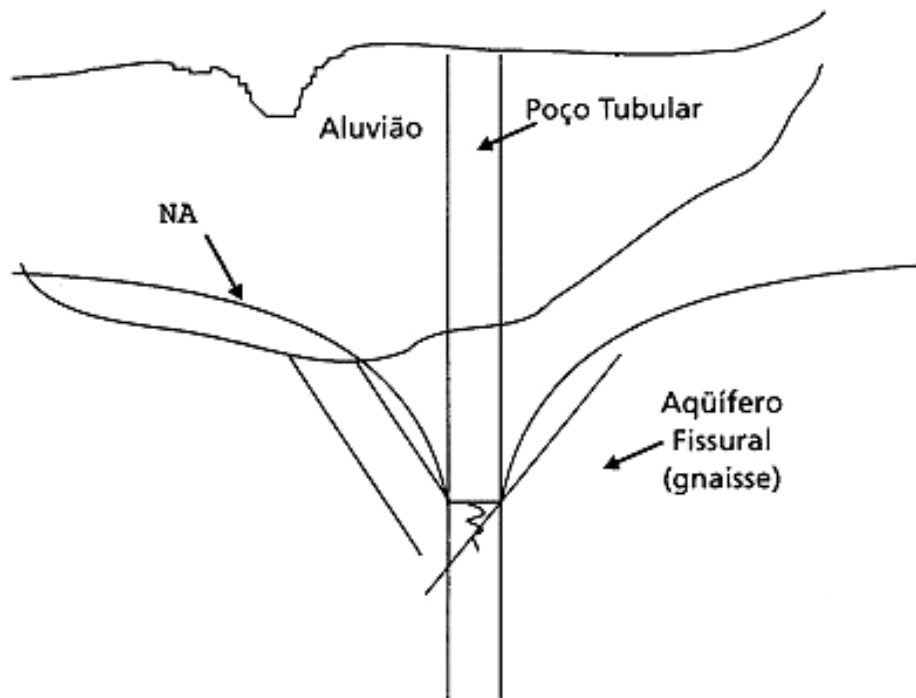


FIGURA 18 Poço tubular promovendo drenagem no aquífero fissural e na abertura aluvial.

bombas, tubulações, filtros, sistemas de perfuração e as pequenas e as médias empresas de serviços geológicos, geofísicos e de engenharia de águas subterrâneas; f) desenvolver a legislação moderna, quer na vertente ambiental, quer na comercial, relacionada ao bom aproveitamento dos recursos do subsolo; g) no plano ambiental, obviamente, se retiramos água do subsolo urbano, estamos tornando-o mais “sedento” e, portanto, mais receptivo à infiltração, vindo isso em benefício de maior regularidade do regime hidrológico, vale dizer, menos inundações, erosão e assoreamento.

Em Belo Horizonte os gnaisses, da meia-encosta para o fundo do vale, proporcionam vazões entre 5 mil e 30 mil litros por hora para poços de profundidade não superior a 100 metros. Se bem executados, evitando contaminações provenientes da superfície, podem produzir água potável sem qualquer exigência de tratamento. O grupo Sabará tende a ser pouco produtivo. As formações Cercadinho e Gandarela tendem a ser melhores que o Grupo Sabará.

Galerias de captação

Antecedentes dos hebreus, ou seus antepassados, em Jericó, captavam água em poço profundo de grande diâmetro, dotado de uma escadinha na parede, de forma helicoidal, por onde desciam os executores da escavação. No México, os astecas ou os seus predecessores usaram galerias de captação. Em regiões serranas é possível captar quantidades variáveis de água através de galerias. Em que se baseia esta afirmação, além desses fragmentos da história da tecnologia, que poderiam dar idéia equivocada de que as quantidades disponíveis sejam muito pequenas? Das obras civis e de minas do presente. Todo engenheiro civil ou de minas que escave túneis e galerias subterrâneas enfrenta freqüentemente o problema da percolação de água, que causa muitos transtornos à execução da obra ou à operação da mina. É possível que o maior potencial de água explotável por galeria no Brasil esteja na longa fachada atlântica da serra do Mar (FIG. 16), pela combinação da situação geológica favorável dos gnaisses e outras rochas cristalinas, fraturados tectonicamente, e pelas grandes manchas urbanizadas, com muitos núcleos isolados, para onde a condução da água em adutoras superficiais é dispendiosa. Em Belo Horizonte, formações geológicas com características de aquíferos podem em tese ser acessadas por galerias relativamente curtas. O potencial não é obviamente conhecido, porque isto exige um mínimo de pesquisa e a questão está sendo levantada aqui apenas porque elementos colhidos em situações associadas o autorizam. Com efeito, as minas de ferro retiram substanciais quantidades de água dos taludes das cavas por meio de poços tubulares, furos de drenagem sub-horizontais, ou por meio de galerias de drenagem, com o objetivo de manter condições operacionais adequadas nas cavas e de aumentar o fator de segurança dos taludes permanentes das vias de acesso e provisórios das próprias cavas. A transposição da serra do Curral pelo túnel do Taquaril, que dá passagem à adutora do rio das Velhas, mesmo em cota bastante elevada, enfrentou severas dificuldades relacionadas ao afluxo de água às frentes de escavação.²¹ Havendo aquíferos saturados, especialmente em altitude mais elevada que a de comunidades dependentes de

21. Neste caso, especificamente, o problema não se deveu exclusivamente à água, mas também ao caráter particularmente complexo do material intemperizado que a continha.

suprimento, a execução de galerias pluviais pode proporcionar coleta de água de boa qualidade a custos localmente competitivos.

O órgão gestor pode, sem despendar recursos de pesquisa e implantação, liberar ao setor privado determinadas áreas, permitindo sua exploração sob determinadas condições e por tempo determinado, ou, eventualmente, a entrega da água produzida à concessionária. O setor privado, trabalhando com os preços praticados pela concessionária, encontrará certamente margem de lucro nas situações que sejam geologicamente favoráveis, tirando partido de dois fatores que em tais condições implicam a redução de custos, como o suprimento essencialmente por gravidade, reduzindo o consumo de energia, e a dispensa de tratamento. O que impede de fazê-lo, ainda que de forma experimental, sem custo para o erário? A Lei? Se a Lei da Concessão instalou um monopólio de exploração comercial, não passa já do momento de revê-la, vez que a concessionária abriu mão dessas possibilidades complementares de suprimento? Não poderia ele ser levantado pelo menos para casos como este e para o dos poços tubulares?

Diques retentores

Os diques retentores (FIG. 19) constituem dispositivos excepcionalmente eficazes no controle do fluxo torrencial nos fundo de vales encaixados, como os numerosíssimos que existem em Belo Horizonte. Tais diques retentores permitem a imobilização do caudal sólido (detritos geológicos e antrópicos) no fundo desses vales. Nas áreas de torrencialidade elevada, os vãos criados a montante desses diques são preenchidos, permitindo a gradual fixação da vegetação. Esses diques podem ser executados com espaçamento prefixado ao longo do talvegue. Podem também ser executados sem espaçamento prefixado, aproveitando pontos mais favoráveis, e esgotada a capacidade de retenção dos reservatórios formados outros podem ser intercalados até que a extremidade de montante de um reservatório alcance o pé do dique seguinte imediatamente a montante. Ao fim do processo, ter-se-á uma seqüência de patamares da parte mais baixa à cabeceira do vale. Podem crer: implantada essa situação e interrompido o lançamento de detritos pelas vertentes, as águas voltarão a verter cristalinamente pelo vale e nas ocasiões de chuvas prolongadas a quantidade de detritos arrastados será muito menor. No conjunto dos estudos referidos no

Capítulo IV está incluído um Mapa de Disposição de Efluentes Inertes, onde se apontam as situações mais favoráveis.

Esses mesmos diques retentores devem ser usados nas saídas das voçorocas utilizadas para o descarte de materiais inertes, nas

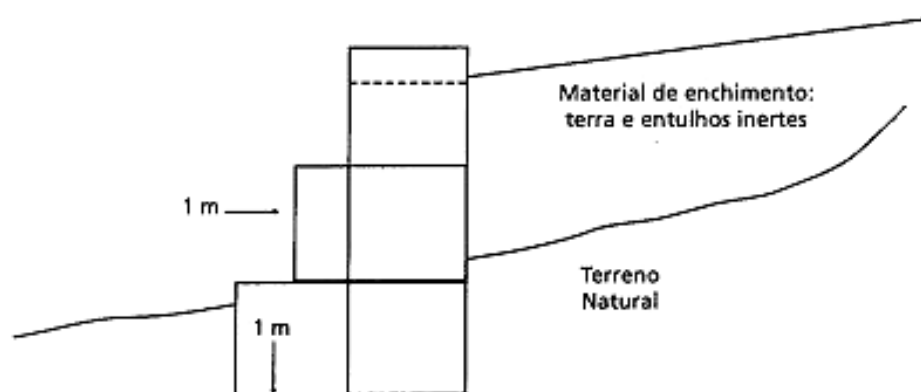


FIGURA 19 - Dique retentor de gabião (seção transversal com seus elementos essenciais).

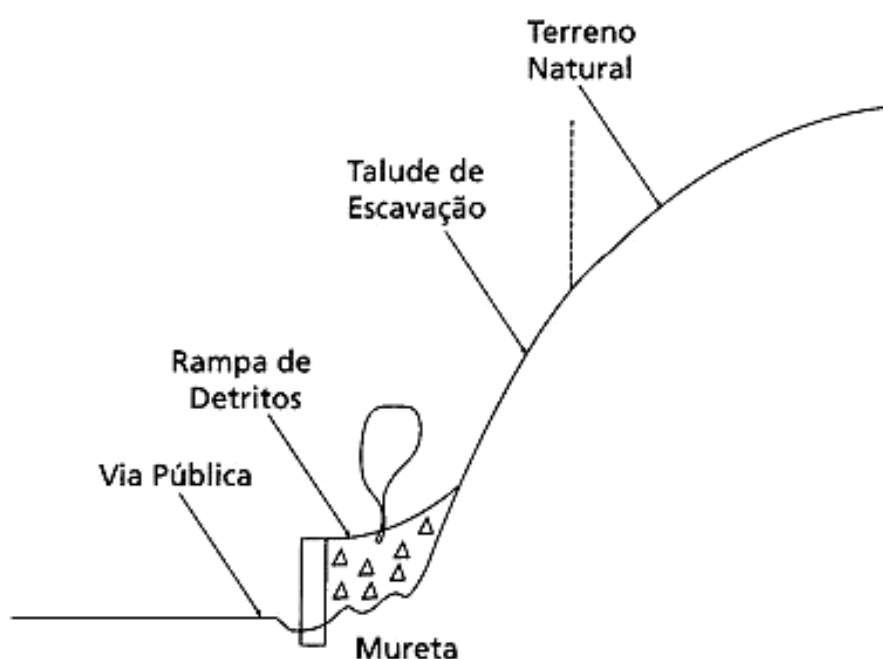


FIGURA 20 - Mureta de pé e seu efeito na formação de uma rampa de detritos que transfere suporte para porções superiores do talude e propicia condições para fixação de vegetação rasteira e arbustiva.

intervenções de reabilitação de áreas degradadas, que constituem objeto de outro item deste capítulo. Adianto apenas que, em situações geológicas especiais, como no mesmo caso do já citado arenito Marília, em Ituiutaba, extensa voçoroca foi rasgada no frágil solo residual desse arenito (FIG. 9). Atualmente, ainda por condicionamentos geológicos peculiares, as paredes da voçoroca, com cerca de 600 metros de extensão, vão-se instabilizando gradualmente, ainda na área rural, tomando glebas às fazendas. Originada por consequência, essencialmente, da urbanização na superfície de topo, é claramente insuportável para aquela cidade solução convencional de estabilizar as paredes por via de obras de contenção. O cenário, portanto, apresenta duas possibilidades: ou se aguarda a evolução do processo em curso até que se extinga naturalmente, como é previsível, daqui a algumas dezenas de anos (visto estar implantado um gradiente espaço-temporal de degradação em franca atividade), admitindo perdas adicionais de terras de cultivo e pastoreio, ou se implanta um gradiente espaço-temporal de reabilitação, bloqueando a saída e outros pontos de estrangulamento da feição, com diques retentores de pequeno custo, aproveitando a cavidade para o lançamento de entulho que a cidade já produz em quantidade apreciável. Desta forma, em vez de gastar fortunas para estabilizar mais de 1.000 metros lineares de paredes instáveis, reponham-se condições de imobilização do caudal sólido afluyente, que permitirão a estabilização gradual da feição, acelerada pelo lançamento dos materiais de entulho disponíveis.

Assoreamento induzido

O assoreamento é um dos danos ambientais mais presentes nas áreas urbanas ou a jusante delas. A cidade de Belo Horizonte tem muitas áreas afetadas por assoreamento, que assume contornos particularmente graves no delta tecnogênico da Pampulha. A proteção desse reservatório, depois de completamente desassoreado, como deveria ser, ou parcialmente, como parece que será, só alcançará êxito com a implantação do assoreamento induzido (FIG. 21) em pontos muito bem escolhidos da bacia de contribuição. Poderia parecer ao leitor ou a alguns leitores, estranho que se considere o assoreamento genericamente como um mal, e que em seguida se proponha o assoreamento induzido. A explicação é simples: as forças da natureza, ativadas pelo processo de urbanização, podem ser postas a atuar em benefício da construção ou da adaptação da

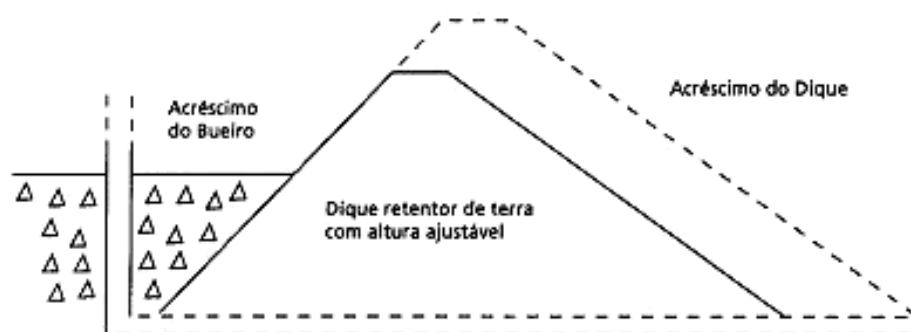


FIGURA 21 - Dique retentor.

infra-estrutura,²² no caso presente induzindo o assoreamento onde ele não seja indesejável (mais que isto, onde ele seja desejável).

No caso citado, o assoreamento desejado pode ser induzido nos estirões finais dos ribeirões Ressaca e Sarandi, para tal elevando adequadamente o piso de avenidas marginais com bueiros de altura ajustável nas laterais, mais baixas, onde se vai retendo o sedimento aportado, até o nível desejado (dispositivos de drenagem adequadamente espaçados permitirão que a água escoe evitando empoçamento indesejável). Nos tributários curtos, diques retentores podem ser instalados nos vales encaixados, reproduzindo o que consta do item anterior. Cabeceiras do Sarandi e do Ressaca podem ser objeto de barramentos maiores devidamente projetados para o assoreamento induzido, criando esplanadas que serão a médio prazo transformadas em áreas nobres onde se poderão instalar parques ou outros equipamentos urbanos, ou, ainda, evitando desapropriações dispendiosas, devolvidas ao proprietário para seus empreendimentos, compatíveis com as políticas públicas definidas para a área. A implementação do acima exposto significa bloquear apenas ao caudal sólido os caminhos do reservatório, com esse caudal sólido construindo depósitos tecnogênicos desejados, melhorando a qualidade da infra-estrutura disponível para o desenvolvimento da cidade.

22. Note-se que a Cidade é palco ou campo de batalha em que o Homem combate a natureza. Este conflito cobra custos insuportáveis à civilização atual, porque exige quantias cada vez maiores para corrigir as disfunções relacionadas aos efeitos colaterais negativos, sempre em detrimento de outras intervenções não menos importantes, na Cidade ou no Campo.

Reabilitação de áreas degradadas

Em outros escritos já tive a oportunidade de dizer que a reabilitação de áreas degradadas é a maior intervenção estatal a ser feita no Brasil. Por que estatal e por que a maior? Estatal porque é o Estado, em suas três esferas, a única instituição que tem (em tese) interesse global nos efeitos colaterais positivos, pois, beneficiando a população, beneficia-se a si mesmo na eficácia dos cometimentos governamentais; e a maior porque nosso território tem quatro séculos de destruição de seus fatores da sustentabilidade, sem qualquer programa global que a restaure. Toda vez que uma nova área entra no rol das áreas degradadas, ela deixa de participar do conjunto das áreas produtivas e passa a integrar o conjunto das áreas improdutivas (mais que improdutivas, muitas vezes geradoras de prejuízos adicionais). Para que se tenha idéia da colossal tarefa a realizar neste campo, o Estado brasileiro mais bem informado sobre a questão, São Paulo, não obstante seu porte territorial relativamente pequeno, conta mais de 25 mil áreas degradadas do tipo voçorocas. A maior parte dessas áreas, além de não integrar o sistema produtivo, gera danos ambientais continuamente, contribuindo para o assoreamento dos inúmeros reservatórios do Estado.

Deve haver no Brasil algumas centenas de metros cúbicos de papel ocupado em artigos, resumos e relatórios, publicados ou inéditos, sobre o mecanismo de formação das voçorocas, referentes aos tipos de solos mais sensíveis ao seu aparecimento e sobre medidas gerais de prevenção do processo. Relativamente pouco há sobre intervenções corretivas eficazes. De tais trabalhos, freqüentemente escritos por colegas meus da geologia (perdoem-me, companheiros, a franqueza), por geógrafos, engenheiros agrônomos e engenheiros civis, aproveita-se pouco mais que o aspecto cadastral. As voçorocas constituem um dos meus temas prediletos. Acumulei consistente experiência na caracterização das voçorocas e na observação de sua peculiar dinâmica. Estudei e visitei alguns locais em que se tentou contê-las por variados métodos. Tenho também alguma experiência na reabilitação de áreas degradadas por voçorocamento. Depois de tudo isto, cheguei a algumas conclusões sobre o escasso êxito até aqui alcançado no combate ao processo, de ocorrência tão disseminada no território brasileiro. Essas conclusões resumem-se a duas: uma de caráter técnico-científico e outra de caráter filosófico. No plano técnico-científico, a imensa maioria dos pesquisadores desconsidera o fato de que a erosão só

progride porque o solo removido é transportado para jusante nos períodos de chuvas intensas, e por consequência dão ênfase ao controle da água e não à imobilização do solo erodido; no plano filosófico, o pesquisador acadêmico, principalmente, prefere levar o fenômeno ao laboratório, onde o estuda sob os mais variados aspectos, alguns dos quais absolutamente irrelevantes, desprezando as imensas possibilidades da abordagem observacional para o diagnóstico e experimental para a intervenção corretiva. Para economizar tempo, cito o primeiro caso de reabilitação de voçoroca implementado com os critérios aqui referidos, que se encontra no *Campus* da UFMG, na encosta a montante do estacionamento do ICB, onde o leitor de Belo Horizonte pode visitar a feição reabilitada. Aproveito para chamar a atenção para o fato de que o projeto foi executado em 1989, e hoje, passados dez anos, a vegetação espontaneamente reinstalada no seu interior já compete em porte com a vegetação arbórea da área circundante, implantada pelo menos vinte anos antes, devendo-se esse desenvolvimento extraordinário da vegetação a critérios executivos absolutamente opostos a recomendações freqüentes em outros projetos de reabilitação baseados em concepções equivocadas sobre o mecanismo da instabilização e sobre os da estabilização.

Além dessas áreas degradadas por erosão linear, existem dezenas de milhões de hectares de áreas rurais degradadas por erosão laminar, improdutivas, algumas em processo de verdadeira desertificação. É também importante assinalar que, na grande maioria das vezes, além de ter-se a ganhar a área reabilitada, ao processo de reabilitação pode ser agregado o benefício de ativação econômica, reduzindo o desemprego, e mais, o benefício imediato de arrecadar recursos crucialmente necessários ao erário para seus diversos programas.

Reimplante vegetal

Em planejamento verdes são as áreas que queremos verdes. No item acima, foram expostos alguns pontos essenciais da reabilitação de áreas degradadas circunscritas, como as voçorocas. As áreas degradadas por erosão laminar são as mais extensas no País. Aqui chamo atenção para o seguinte fato: excluída a Amazônia, onde as áreas degradadas ainda representam parcela pequena da área total, o restante do País tem extensões de áreas degradadas que, adotado um critério rigoroso de classificação, talvez já perfaçam mais de metade da área total. O que

significa isto? Na prática, significa que não precisamos de mais de 30% a 40% do território envolvido diretamente no processo produtivo, talvez até menos de 30%. Todavia o processo produtivo já envolveu todas as áreas hoje degradadas, abandonadas ou usadas precariamente em pecuária extensiva e agricultura de baixo rendimento. O que temos a fazer, como regra geral, é reimplantar a vegetação natural, necessariamente contínua, nas áreas improdutivas e a floresta comercial, necessariamente descontínua, nos terrenos de qualidade intermediária. A floresta comercial, muito justamente combatida quando implantada em grandes extensões contínuas (desmoralizando o eucalipto, mas sem a percepção de que o mal residia mais nessa continuidade do que nas suas características intrínsecas), pode constituir importante elemento de preservação dos restos de vegetação natural e proporcionar recursos para a implantação de vegetação "natural" naqueles terrenos menos propícios à exploração comercial. A implantação de pequenos bosques comerciais nas pequenas e médias propriedades pode ser estimulada pelo governo, com a contrapartida de também se implantar o bosque "natural". Há que se investir a fundo perdido na implantação dos bosques naturais e não nos comerciais. Ao fim de uma campanha de décadas de reflorestamento comercial e natural, o País terá ganho uma nova base territorial, em que as parcelas reflorestadas com fins comerciais terão dado uma nova base de atividade rural sustentada, suprimindo todas as necessidades de madeira para usos de variado grau de relevância econômica e de exigências do mercado, e as florestas naturais terão contribuído para reabsorver o CO₂ do efeito estufa, para controlar o regime dos rios e, não menos importante, terão proporcionado a proteção da fauna silvestre sem os custos elevadíssimos inerentes à criação de nichos circunscritos a reservas de fauna, cada um para duas ou três espécies.

Por que falar de reimplantação da vegetação nas áreas rurais num livro que tem por tema a questão urbana? Porque, como já foi dito, a infra-estrutura da Cidade está (também) no Campo, determinando parcela considerável do desempenho da Cidade.

Uso da capacidade (limitada e geodeterminada) de absorção de impactos ambientais

Este uso do geoespaço baseia-se no fato de que é o sistema geológico um filtro natural. Há pouca divulgação de informação a

respeito. Com efeito, sabemos perfeitamente que cemitérios sempre foram implantados em terrenos não muito baixos, preferencialmente nos topos ou flancos suaves de colinas com certas características de permoporosidade.²³ Terrenos permeáveis em áreas que não sejam muito baixas estão quase sempre com o lençol freático relativamente profundo, provendo, portanto, uma espessura mínima de solo aerado e constituindo um meio oxidante capaz de promover a extinção da matéria orgânica biodegradável; também nas condições de fundos de vales ou de ravinas do tipo voçorocas, com circulação abundante de água proveniente de montante, esta água tem oxigênio dissolvido capaz de promover o mesmo efeito, com velocidade variável. A disposição de resíduos orgânicos naturais ou processados, desde que certamente biodegradáveis, por uma única vez, num local com as características acima, não implica que a área tenha ficado contaminada para sempre. Ao contrário, se excluirmos o resíduo caracterizado como lixo doméstico, industrial, etc., em que a matéria orgânica seja predominante em peso, e considerarmos aqueles casos em que, no conjunto disposto, ela representa uma contaminação, por exemplo, da ordem de 5% em peso, uma vez disposto um tal material sobre o terreno, no momento final da disposição, a carga de poluição é máxima. Concluída a disposição e não mais lançados materiais orgânicos, a carga de poluição decairá ao longo do tempo obedecendo a lei que não diferirá muito da descarga de um condensador elétrico.

Do exposto resulta que a gestão deve considerar essa possibilidade antes de tomar uma das duas formas de condução da questão que têm sido adotadas: ou simplesmente proibir o lançamento, nem sempre oferecendo alternativa, ou exigir medidas de contenção da carga poluidora, implicando às vezes a adoção de materiais impermeáveis, não degradáveis, que impedem o processo natural e que ficam incorporados ao terreno, permanentemente, como um corpo estranho. A disposição de resíduos urbanos do tipo entulho, em que a contaminação orgânica biodegradável é, previamente ao lançamento, limitada a níveis que permitam considerar tais resíduos inertes para os fins do aqui exposto, permitirá solução economicamente suportável e ambientalmente compatível.

23. A questão era tratada com seriedade já em 1921, na França, onde Portaria Ministerial determinava que a localização de novos cemitérios deveria ser submetida à aprovação do geólogo oficial.

De tudo o que acima se expôs sobre os recursos tecnológicos para a gestão, torna-se claro que, competindo em condições de franca desigualdade, existem os recursos tecnológicos gerais impondo-se aos recursos tecnológicos da gestão, transformando à força problemas multidimensionais em problemas lineares. Os recursos tecnológicos da gestão, até aqui perdedores, podem também ser chamados, em seu conjunto, tecnologia contextual, estando nitidamente associados às culturas locais, que dependem fundamentalmente do conhecimento da terra para que floresçam.

VIII – DEMOCRATIZAÇÃO, FRAGMENTAÇÃO E PETRIFICAÇÃO DO PODER

As crianças choram numa língua só...

Detinha o poder nas sociedades primitivas aquele que fosse capaz de dar segurança e proporcionar acesso à caça, inclusive liderando sua organização (os objetos de exercício do poder eram, como se vê, limitadíssimos). Com o aumento da complexidade das sociedades organizadas, perdeu-se gradualmente a visibilidade da eficiência de quem detinha o poder. Passou ele a ficar cada vez mais nas mãos de quem era suficientemente hábil para mantê-lo, jogando muitas vezes todo o seu empenho neste objetivo e menos no de pô-lo a serviço do bem comum. Daí surgiram os tiranos de uma fase da história grega, embora com significado diverso do atual, mais tarde o monarca romano, os cônsules, grandes chefes de guerra e os imperadores. Na Idade Média, ascendem os poderes da Igreja e dos cavaleiros feudais, com seus vassalos. No Japão, os samurais.

Hoje a detenção do poder encontra-se democratizada em alguns aspectos e fragmentada em outros. Com efeito, o voto direto de cada cidadão é igual, não importa se ele for o presidente, o adolescente ou o lavrador analfabeto. Existe uma distribuição hierárquica do poder que, à primeira vista, parece colocá-lo em parcelas iguais nas mãos de cada cidadão, com distintos níveis de titulares eleitos exercendo-o em seu nome. Por outro lado, coexistem frações de poder nas mãos de grupos e pessoas cuja detenção não é submetida a eleições, mas adquirida por outras vias. É provavelmente a mais penetrativa e eficaz das formas de poder. Não considerando o poder infinitesimal exercido por um determinado profissional de qualquer categoria, mas o efeito total do exercício do poder por essa categoria, podemos dizer que esta modalidade de poder permeia a sociedade, estabelecendo nichos impenetráveis, que de fato operam determinando uma fragmentação muito mais que uma distribuição democrática do poder, que não é exercido em nome do povo, senão quando coincidente com o interesse da categoria. Com efeito, as categorias profissionais, umas mais nitida-

mente que as outras, cultivam princípios deontológicos explícitos ou tácitos. Muitos de seus membros praticam admiravelmente bem esses princípios. Todavia, a formulação reducionista do ensino, principalmente superior, canaliza as visões de mundo de todos os profissionais, não importa a sua área, de modo que esses princípios éticos e morais entram em conflito com o que poderia ser chamado de “instinto de sobrevivência” da categoria, e o seu trabalho, que deveria ser um meio, uma contribuição para o aperfeiçoamento da sociedade, passa a ser tratado como um fim em si – o do êxito pessoal. Assim, as categorias profissionais cuidam com zelo de seus segredinhos, que são como couraças de defesa territorial, conduzindo muitos profissionais a esconder do cliente o porquê de suas ações ou decisões (o que acontece, por exemplo, com o mau médico, que, pensando estar diante de um ignorante absoluto, não explica sua conduta detalhadamente ao paciente, nem consulta as particularidades próprias do cliente que o fazem um objeto absolutamente diverso de todos os anteriores, esquecendo-se de que, por isso mesmo, seu potencial de resposta ao tratamento pode ser muito diverso do de todos os demais).

O que acaba de ser dito não é uma crítica ao comportamento de pessoas, mas uma constatação de que elas são envolvidas num vórtice de que dificilmente escapam. Com efeito, elas de fato não exercem livremente o Poder, mas são por ele possuídas, e a sociedade não sabe como escapar desta fundamental contradição sem que governos efetivamente esclarecidos tomem a frente. Exemplifico. A UFMG, em sua grande e notável Escola de Medicina, forma por ano tantos médicos quantos são os geólogos formados pelo Brasil inteiro. Há pouco li que já temos 500 mil advogados. Se consultarmos dados a respeito de outras carreiras profissionais, encontraremos muitas que reproduzem os casos da Medicina e do Direito e muitas que reproduzem o caso dos geólogos. Os números encontrados serão os que interessam à nação, ou, mais do que isto, à sua construção? A resposta é, obviamente, não. Simplificando a questão, é como se numa sociedade primitiva, suficientemente “desenvolvida” para comportar a divisão do trabalho, tivéssemos muitos preparadores de carne, de agasalhos e de armas e ferramentas provenientes da caça, e muito poucos caçadores. Naturalmente o detentor do poder local não poderia excluir do seu “plano de governo” a conversão, em situação aguda, de alguns preparadores em caçadores, ou, em situação melhor, a formação gradual de novos caçadores. Uma categoria profissional tem perfil mais adequado

que as demais para certas percepções de vinculações do físico-territorial com o humano-social, que é a geografia. Daí vem uma questão de fundo: desde que se criou um Ministério do Planejamento neste país, surpreendentemente, nenhum geógrafo, salvo engano, ocupou a pasta como titular. Nossa estreiteza de percepção não permite perceber que não é absurdo o titular não especialista no ministério, mas, muito pior do que isto, não permite estranhar a existência de um ministério que nunca tenha sido ocupado pelo profissional de perfil mais ajustado às atribuições. Com efeito, e sem juízo de valor, o economista carrega um perfil mais ajustado ao planejamento da construção de uma economia, enquanto o geógrafo carrega um perfil mais ajustado à construção de uma nação. Os modos de construir uma e outra coisa, embora não devessem, afiguram-se completamente diversos e conflitantes neste final de século.

Essa cobertura desigual das necessidades naturais das sociedades gera carências em todos os aspectos do seu atendimento, residindo aí uma das causas maiores do medíocre desempenho da civilização atual na solução dos problemas humanos. Hoje assistimos ao crescimento dos contingentes de certas categorias profissionais, formais ou informais, devidas a tais carências, que, não obstante a sua importância para o atendimento das necessidades sociais, não atuam na geração da riqueza. Não darei exemplos porque seria uma temeridade, um risco desnecessário de cometer injustiça e atrair a ira possivelmente justa de uma ou outra categoria e, por outro lado, falta de crença na capacidade de cada leitor encontrar seus próprios exemplos. Penso que esta modalidade de poder não deve ser extinta, porque, de certo modo, ela funciona como uma teia de baluartes contra um assalto insano de um poder maior que pretendesse impor-se à sociedade inteira. Nem haveria como fazê-lo, mas não pode a Humanidade fazer de conta que só labore em benefício da Sociedade.

O poder petrifica-se também, sobrevivendo, por exemplo, sob a forma de leis complementares ou ordinárias que resistem a mudanças constitucionais, tão freqüentes no Brasil. Cito como exemplo o Código Florestal promulgado em 1965 e em vigor, não obstante consagrar pelo menos dois absurdos inexplicáveis. O primeiro é o fato de estabelecer que todos os rios brasileiros são iguais, exceto pela largura. Com efeito, o fato de definir faixas de proteção permanente nas margens dos cursos d'água dependendo da largura significa que nada mais é necessário determinar sobre o rio senão tal característica. Existem

inúmeras outras características que não seriam menos relevantes para determinar as faixas de exclusão. Esta é, portanto, a lei do topógrafo ou do agrimensor (sem qualquer demérito para tais profissionais), mas não a lei que interessa à sociedade brasileira, que custeia a formação de numerosos outros profissionais que deveriam intervir na sua determinação, caso a caso (por exemplo, sem prejuízo de fixar exigências mínimas, estabelecer as faixas de exclusão com base nos estudos apropriados de cada rio, os órgãos responsáveis por tais estudos trabalhando integradamente nos planos federal, estadual e municipal, de conformidade com a categoria dos rios). Mas vamos em frente: a mesma lei determina que os topos de morros, a partir da curva de nível situada em dois terços de sua altura é também faixa de exclusão. Se agora tomarmos um mapa topográfico de boa qualidade, por exemplo da região central de Minas Gerais, ou da serra do Mar, veremos que muitos morros têm seus topos abaulados, com relevo suave. Nestes casos, é freqüente que o perfil do terreno do eixo do rio até a crista do morro reproduz uma sigmóide, com áreas planas ou suavemente onduladas precisamente nas margens do rio ou nos topos dos morros, onde o controle do processo erosivo é muito mais facilmente conseguido. A mesma lei determina que a porção média da vertente só constitui faixa de exclusão se a declividade for superior a 100%. Portanto, pouco abaixo de 100%, que é declividade muito alta, não há restrição. É só ver onde a lei foi observada que os morros exibem uma carapuça de vegetação arbórea acima de uma encosta profundamente degradada por erosão linear ou laminar. Para os casos citados, se fossem exatamente invertidas as disposições da lei, as coisas ficariam melhores para a proteção do território.

Há inúmeros outros aspectos de fragmentação e petrificação do poder infelicitando a nação brasileira. Um dia ela acorda para este fato. Com efeito, esta petrificação, mumificação ou fossilização do Poder ou de sua eficácia passa a ser para a sociedade quase um dado imutável, uma contingência natural, um estigma indissolúvel. Só uma revolução do pensamento poderá dissolvê-lo.

O poder no plano mundial só pode ser compreendido na sua verdadeira dimensão por quem se imagine postado como um ET mandado a monitorar a marcha da civilização nos últimos 10 mil anos. Este ET terá poucas possibilidades de compreender a desconexão entre o respeitável avanço tecnológico alcançado e sua absoluta incapacidade de prover soluções que alcancem a humanidade inteira. Não

compreenderá jamais como podem ser culpados e punidos da infelicidade humana e com seus principais indicadores precisamente aqueles que não detêm o poder de removê-la. Contudo o terráqueo que se imagine substituindo o ET, com certeza, compreenderá tudo imediatamente.

IX – LIMITES GEOAMBIENTAIS DO DESENVOLVIMENTO

*Os meus cabelos são os pinheirais sombrios
e veias do meu corpo os azulados rios.*

ANTÔNIO NOBRE

Falar de crise econômica é falar de mais uma crise do sistema capitalista. Estas crises costumam eclodir inesperadamente, interrompendo um período de euforia, quando tudo parece "correr bem". Esta eclosão em geral acontece pelo fato de certos limites dados pelos fatores sobre os quais se tenha apoiado o surto anterior de desenvolvimento terem sido rompidos. A crise dos anos 30, que se seguiu ao estouro da bolsa em 1929, só foi debelada anos depois por medida heterodoxa, o governo dos Estados Unidos pondo-se a gastar mais (o *new deal* de Roosevelt), quando a ortodoxia recomendava precisamente o oposto. Por que deu certo? Precisamente porque a esta heterodoxia estava inerentemente associada uma mobilização mais ampla dos grandes recursos naturais do País, ainda com presença relativamente modesta na cena econômica mundial, alavancada por uma multiplicação dos agentes econômicos locais. Amplamente alargada a base da pirâmide, sobre a qual se apoiavam as grandes corporações, veio em seu benefício, num segundo momento, o resultado de medidas que de início não endossaram. Esta multiplicação de agentes econômicos locais tonificou o mercado dessas grandes corporações, dando-lhes escala nunca antes conhecida. O custo médio de seus produtos, devido à escala, caiu significativamente, conferindo-lhes vantagens excepcionais para ganharem o mundo.

A Alemanha e o Japão previram claramente a ameaça e, apoiados ambos nos excepcionais recursos humanos e tecnológicos de que dispunham e no perfil salvacionista de seus líderes, tentaram conter o avanço bem desenhado do novo gigante. O resto é a Segunda Guerra Mundial, onde, todos sabemos, mais ainda cresceu o poder estadunidense com o desenvolvimento da indústria da guerra (beneficiada da conserva enlatada até a bomba atômica), ainda que os Estados Unidos tenham tardado a envolver-se diretamente. Passada a guerra, vem o

plano Marshall, que não teria sido o mesmo se não tivesse havido o *new deal*. Este Plano foi concebido com duas finalidades essenciais: em primeiro lugar, para fazer da Europa Ocidental um escudo contra a expansão soviética; em segundo lugar, para gerar um forte mercado consumidor para a grande indústria estadunidense, agora sem o mercado da guerra, evitando o surgimento de outros fenômenos do tipo Hitler, alavancado, como sabemos, pelas condições impostas pelos vencedores da Primeira Grande Guerra. Analogamente o Japão mereceu esforço semelhante para conter a União Soviética no Extremo Oriente, tendo, inclusive, a sua arcaica estrutura fundiária inteiramente reformada com o objetivo de impulsionar a formação de um mercado poderoso. Nos dois casos a óbvia preocupação de fazer o maior número possível de cidadãos participar do processo de geração de renda, porque renda não se distribui por decreto ou caridade, senão muito limitadamente, mas na sua geração.

Enquanto isto, a União Soviética consolidava seu regime, expandindo-o o mais que podia, quer por incorporação ao seu próprio território de fatias estratégicas de territórios de inimigos vencidos ou de “amigos” de menor credibilidade, como o caso das ilhas do pacífico norte-ocidental ao Japão, e o da Carélia, arrebatada à Finlândia. Mais 20 ou mais nações postas sob sua liderança com graus diversos de autonomia, como os países Bálticos, a Europa Oriental e o rosário de nações da Ásia Central que vai da Armênia até a Coreia do Norte. A China – expulsos no início do século os europeus, depois os japoneses e finalmente os pró-americanos de Chiang Kai-chek – restou fora dos dois grandes blocos, em primeiro lugar, por ter sido vista como um gigante enfermo e mal-humorado, mas, mais do que isto, pelo excepcional trabalho de construção de uma nação sob lideranças provavelmente mais fortes do que as ocidentais, sem juízo de valor ideológico, como foram Mao Tsé-tung e Chou-En-lai.

A guerra fria transcorre com escaramuças iniciadas na guerra da Coreia, no Vietnã, em alguns países da África com o vácuo de poder conseqüente à guerra, dos impérios declinantes da Europa, vencidos, neutros e vencedores da guerra. Mesmo a América Latina, bem contida na Guatemala, no Brasil, no Chile, oferece com Cuba troféu de alto valor simbólico e também de alto custo de manutenção à política soviética de internacionalização do comunismo.

Configurados os dois grandes blocos de poder mundial, estavam postas novas condições para a expansão econômica de seus núcleos

principais. Estavam desbloqueados os caminhos do crescimento, com pouco mais de 30% do território mundial ou ocupado ou conhecido em seu potencial agrícola, energético e mineral. (Para que se tenha idéia desse vazio econômico, pleno de potencialidades, basta lembrar que o cerrado brasileiro não havia produzido um grão sequer para o mercado mundial, nem 10% do petróleo atualmente já consumido ou em reservas era conhecido. Não estavam medidas as reservas do Quadrilátero Ferrífero, nem se sonhava com tantas outras, como Carajás, Venezuela, Austrália. Mesmo nos Estados Unidos, passada a Corrida do Ouro do século passado, a Califórnia não passava de risonha promessa.) Portanto, a crise dos anos 30 não ocorreu por escassez de recursos naturais, estes não oferecendo limites senão relativos para o desenvolvimento. Com a tecnologia (ex. revolução verde na agricultura), a expansão geográfica das fronteiras agrícolas, a adoção, no ocidente e Japão, do *American way of life* e com a indústria automobilística alavancando a petrolífera e vice-versa, conheceu o mundo um período de grande prosperidade para os países eleitos. Falaremos um pouco adiante de alguns solavancos notados nesse período e como foram superados.

A União Soviética entrou nessa guerra com duas grandes desvantagens em relação aos Estados Unidos. A primeira foi bem caracterizada pelo fator geográfico. Com efeito, este fator determinou, por exemplo, o escasso acesso a mares tépidos, fechado nos Dardanelos e no Báltico pela OTAN, e este isolamento, obviamente, carregou outros. A segunda grande desvantagem prendeu-se a um fator interno: sem liberdade, ainda que apenas parcial, não há criatividade, e com exceção do campo militar, da pesquisa espacial e da grande indústria mineral e siderúrgica, francamente privilegiados, no mais a tecnologia soviética não frutificou. Portanto, a ideologia em nome da qual se manteve o regime não proporcionou, senão limitadamente, o surgimento de tecnologias próprias. Cair era, portanto, questão de tempo. A falta de liberdade, por exemplo, impediu até mesmo a propagação de notícias de terríveis acidentes na mineração de carvão e determinou a escassez ou a inexistência do debate ambiental, quando ele, no ocidente, já assumia um papel relevante na sociedade.

A indagação que raramente se vê em análises superficiais do pós-guerra, e não necessariamente na literatura técnica, é a seguinte: por que, se deram certo o *new deal*, o Plano Marshall e as reformas implantadas por MacArthur no Japão, não foram eles estendidos ao restante do mundo sob a liderança dos Estados Unidos e da própria

Europa Ocidental? A resposta é uma só: por questão de sobrevivência. Com efeito, imaginemos que latino-americanos, africanos e asiáticos tivessem sido alçados a nível de desenvolvimento equiparado à média européia. Certamente estariam consumindo carne, cereais, borracha, petróleo e outros recursos energéticos, minérios, água tratada, em proporção semelhante à média européia, portanto, cerca de dez vezes mais do que consomem, e demandando a mobilização dos fatores geológicos da sustentabilidade em proporção igual. Isto significaria um acréscimo de consumo desses recursos fácil de calcular. Se o conjunto desses países tem o dobro da população dos países desenvolvidos, multiplicar por dez sua demanda significaria multiplicar por algo entre seis e sete a demanda mundial. Se fizermos a conta para o petróleo, chegaremos à conclusão de que as reservas mundiais, com as características com que as conhecemos hoje, estariam esgotadas. O mesmo para inúmeros outros recursos naturais ou derivados.

Este é o ponto: a crise atual tem, pela primeira vez na história da civilização, um contorno muito mais sombrio que as anteriores, porque é uma crise caracterizada pela proximidade de limites absolutos e não mais relativos. Chamo atenção para o fato de que essa questão é muito diversa da colocada por Malthus. Com efeito, Malthus referia-se a uma desigualdade entre o crescimento da população mundial, que se dava em progressão geométrica, e o da produção de alimentos, em proporção aritmética. O advento posterior de tecnologia agrícola inverteu com folga o processo, inclusive gerando excedentes formidáveis (o que não resolveu o problema da fome, que tem geografia distinta da geografia da produção, mas afastou o mito da incapacidade de produzir para quantos estivessem capazes de ter acesso aos alimentos).

Não é o caso de repetir Malthus, agora com argumento em tese maior, porque os recursos naturais da terra, incluídos os ditos não renováveis, estão longe de ser esgotados. Com efeito, o raciocínio acima exposto sobre o petróleo foi elaborado de forma propositadamente linear e partindo do pressuposto de que, sem prejuízo da qualidade de vida, os padrões de consumo dos fatores da sustentabilidade fundamental fossem mantidos no Primeiro Mundo. As duas coisas não são equivalentes. Com efeito, nota-se, principalmente no Primeiro Mundo, um manejo não econômico dos fatores da sustentabilidade fundamental. Em 1973 a crise do petróleo abalou o mundo ocidental. O barril de petróleo subiu de preço de US\$ 2,70 para US\$12,00 ou US\$ 14,00. Em 1977 a segunda crise chegou a levar este preço a mais

de US\$40,00 no mercado livre de Rotterdam. Alguns países chegaram a ser apontados como francamente vulneráveis, principalmente o Japão. A OPEP foi gradualmente saindo de cena com as acomodações conseqüentes, e o preço do barril voltou a cair. Hoje está em torno de US\$20,00. Se descontarmos a inflação do dólar, este preço estará abaixo do vigente em 1973. No Brasil a crise proporcionou o surgimento do Proálcool. Em todos os países consumidores de petróleo fizeram-se grandes progressos tecnológicos, que resultaram em economia do produto sem cerceamento do desejo de consumir. Em todos os países produtores as reservas comerciais ampliaram-se imediatamente pela incorporação de reservas antes subcomerciais. Programas de recuperação secundária, inclusive de campos já fechados, também contribuíram muito para o aumento das reservas. Sofisticou-se extraordinariamente a tecnologia da pesquisa e produção, de modo que, rapidamente, o horizonte sombrio se dissipou. O Brasil produz hoje petróleo no mar com lâmina d'água de até 800 metros, o que seria impensável, em 1970, não só pela relação custo/preço de antes do choque, mas também por falta de tecnologia.

Na questão é cedo, entretanto, para a fruição do otimismo. Com efeito, todos os ganhos de produtividade beneficiaram assimetricamente os países do mundo, privilegiando os do centro. Desta forma, poderá a Europa substituir gradualmente suas centrais nucleares por termelétricas a óleo ou a gás do mundo inteiro, e não só do mar do Norte. Fica, portanto, claro que o Terceiro Mundo não "poderia" ter sido incluído em planos semelhantes aos acima referidos, porque isto, elevando o grau de desenvolvimento humano a níveis similares aos europeus, aguçaria as demandas por ampliação das aspirações. Quem tem aspirações bem fundadas no conhecimento é capaz de lutar por sua satisfação.

A Humanidade encontra-se à beira de uma transição crepuscular. Algo muito maior que a agonia do Império Romano. Com efeito, os recursos naturais da Terra, inclusive os não renováveis, estão longe da exaustão, mas estão cada vez mais "caros" para a humanidade, e não para o Mercado, que lhes minora artificialmente os custos. É previsível que a tecnologia seja capaz de retirar energia geotérmica de granitos jovens, de aproveitar amplamente a energia eólica, a solar (direta) e a da biomassa; será também capaz de dobrar as reservas petrolíferas, de "limpar" o carvão, de dar, em escala muito maior que a atual, utilidade aos mais diversos resíduos e de amplificar em muito a separação entre

países “limpos” e países “sujos”, que já se nota há pelo menos trinta anos. As modalidades de poluição circunscritíveis geograficamente, associadas ao processo produtivo, serão sistematicamente transferidas para o Terceiro Mundo, por via indireta, através do investimento em indústrias tipicamente geradoras dessa modalidade de poluição e da aquisição de locais de disposição de resíduos perigosos nesses países. Quanto às modalidades de poluição incircunscritíveis, como o efeito estufa e as causadoras da destruição da camada de ozônio, receberão crescentemente um duplo tratamento: por um lado, a redução de produção dos gases responsáveis pelo efeito estufa nas plantas energéticas dos países centrais e dos destruidores da camada de ozônio na indústria respectiva; por outro, a internacionalização da gestão de grandes territórios emblematicamente taxados de “pulmões” do mundo, dentre os quais o da Amazônia. Palpites de ambientalistas internacionais e até de chefes de Estados dos países centrais não faltam, encontrando bom suporte em grupos locais, desatentos para o estratagema em curso, capaz, certamente, de evitar a necessidade de alguns tiros de aviso.

A reprodução, nos Estados Unidos e na Europa, do processo de “germanização” de Roma é fato incontestável. Os primeiros, até escassos quarenta anos atrás, depois de estancado pelo desenvolvimento europeu o fluxo proveniente desse continente, tinham apenas a incomodá-los o dos orientais para a costa oeste, o dos mexicanos entrando pela fronteira comum e o dos porto-riquenhos para Nova Iorque. Com a Revolução Cubana, a Flórida foi invadida por cubanos, que, na segunda geração, já começam a ser prefeitos e deputados. Da década de 70 em diante chegam todos os restantes latino-americanos, uns para trabalhar em atividades menores, outros para traficar. Na Europa, que de longa data conhece a migração mais temporária que definitiva de portugueses, turcos e gregos, vê-se ampliar a migração definitiva de todos estes, mais a de africanos, asiáticos e de latino-americanos. Hoje Paris, Lisboa e Londres são cidades muito mais “negras” que Buenos Aires, que, salvo pelo tisanado de ameríndios e uma certa decadência motivada pela crise, parece mais “européia” que as citadas.

O grau de assimilação desse novo fenômeno migratório pelas sociedades dos países centrais vai determinar as condições de segurança e de qualidade de vida em suas cidades. Já prevendo que as turbulências determinadas pela exclusão social crescerão perigosamente e que a unificação européia proporcionará liberdade de movimentos para terceiro-mundistas que logrem entrar por qualquer uma de suas

portas, ainda que tendo de passar por quarentenas, ou usando o expediente do casamento por amor ou por necessidade, alguns países já começam a pensar em investimentos mais generosos nos países que exportam seus excedentes populacionais, visando controlar a migração. É política fadada ao fracasso, porque os parlamentos europeus serão evidentemente muito parcimoniosos no financiamento de um tal programa (ou não conhecemos a velha Europa?).

No ocidente ibérico, o desenvolvimento até o presente se fez com base na exploração dos fatores da sustentabilidade visivelmente capazes de prover o lucro direto ou imediato. É o caso da América Latina, colonizada nos moldes postos pelo mercantilismo. São típicas da fase inicial da colonização, na colônia portuguesa, o extrativismo vegetal e a monocultura da cana-de-açúcar, e nas espanholas a pilhagem imediata do ouro inca, acompanhada do genocídio e destruição das civilizações locais (algo que os europeus não conseguiram na Índia, por exemplo, embora ela seja hoje praticante de esportes tipicamente ingleses). A marca da apropriação limitada dos fatores locais da sustentabilidade prosseguiu com a mineração em Potosi e mais tarde em Ouro Preto. Neste caso, a cultura gerada localmente surgiu pela circunstância geográfica que dificultava o transporte de cargas volumosas pelos caminhos da Mantiqueira. O ouro (pouco mais que 1.500 toneladas em mais de cem anos) não requer mais que trilhas para seu transporte. Daí ter surgido localmente agricultura e pecuária de subsistência, com excedentes comerciais para nutrir os faiscadores. As pequenas elites burocrática e religiosa, distantes do Rio e principalmente da Metrópole, precisavam de construtores e de artistas, e estes foram surgindo e desenvolvendo a técnica construtiva e as artes a partir do aprendizado inicial com portugueses e orientais. A arte cabocla peculiar que frutificou é produto da criatividade local favorecido pelo isolamento. (Não fosse este, dificilmente o Aleijadinho teria seu objeto e seu espaço de criação.) Cultura autônoma é isto: capacidade de gerar utilidades para as coisas que temos. Sem a esarpa da Mantiqueira, talvez a pedra-sabão tivesse que aguardar muito tempo para explodir em refinada arte escultural, e talvez não estivesse para todo o sempre vinculada à história do Ciclo do Ouro.

A marca do espírito extrativista foi, portanto, indelevelmente gravada no espírito brasileiro e continua até hoje. Estou falando de extrativismo no sentido lato, incluindo, portanto, o extrativismo propriamente dito aplicado aos fatores da sustentabilidade dos reinos mineral,

vegetal e animal, e da expansão contaminante do espírito extrativista para todas as demais atividades econômicas, quer públicas, quer privadas no País. É este espírito extrativista, linear, exclusivista, que sempre esteve subjacente aos diversos ciclos brasileiros de monoculturas, da cana e do café, do gado, do eucalipto e de outras atividades agropecuárias no País, que só recentemente começa a ser rompido com a piscicultura, a ricultura, a fruticultura, como atividades rurais complementares ou dominantes. É este espírito extrativista, exclusivista e excludente que fazia uma Central do Brasil parar o trem na travessia, sem dar a menor satisfação a quem transitava não só por vias vicinais, mas até por vias asfaltadas, horas a fio. Este espírito colocou nas vias férreas da década de 50 uma famosa plaquinha com os dizeres "É proibido transitar pela linha. Multa CR\$8,00". Estaria aí apenas a preocupação com a segurança dos transeuntes? É este espírito que permitiu um Programa Grande Carajás com vistas postas quase exclusivamente na atividade mineral, sem se implantar sequer um centro tecnológico, quando não o ideal, que seria uma universidade onde se estudasse, sem a linearidade empresarial de sempre, a globalidade dos recursos naturais da imensa região. É ainda este mesmo espírito que permite, nos anos 60 e 70, a construção de grandes hidrelétricas com vistas postas exclusivamente na minimização do custo do kW a ser gerado, incluindo nesta busca de minimização o calote nas indenizações e a ruptura do sistema produtivo local, com a sadia exceção de São Paulo, em que, pelo menos, se pensou numa grande hidrovía. Tudo, portanto, muito diferente do que fez a autarquia Tennessee Valley Authority (TVA), no vale do Tennessee, uma espécie de Jequitinhonha ou Vale da Ribeira americano, que teve como ponto de honra restaurar as condições estruturais para o desenvolvimento do Vale, que, como sabemos, rapidamente se equiparou às regiões mais ricas dos Estados Unidos.

Este espírito, de que poderíamos dar milhares de exemplos, gerou o baixo desempenho econômico do Brasil, com todas as repercussões sociais e ambientais associadas, porque a ele devemos creditar, ou debitar, a transferência horizontal de sustentabilidade, especialmente a desenvolvida para atender ao mercado externo; a transferência vertical da sustentabilidade, consumindo hoje a sustentabilidade que pertence às gerações futuras; a simples dissipação da sustentabilidade, deixando de aproveitá-la e impedindo que outros a aproveitem. Este espírito gerou, em todo o País, as disfunções de nossos aparelhos urbanos, que cobram preços altíssimos de correção, frequentemente não implicando a gera-

ção de riqueza nova, senão a reposição de condições já havidas, hoje perdidas.

Tenho visto estatísticas econômicas dando conta de que o Brasil foi o país de maior crescimento econômico neste século até a década de 80. É possível que seja verdade, mas qual a qualidade desse crescimento? O que ficou dele? Foram ao tempo certo subtraídas desse crescimento as usinas pelton e hidrelétricas maiores desativadas, cuja construção contribuiu para índices passados? Foi descontado o que se perdeu da Pampulha e de tantas outras, muito maiores, pampulhas? Será descontada uma possível perda futura, para o suprimento da Grande BH, do manancial de Vargem das Flores? E quando a usina de Cubatão for desativada, será ela deduzida do crescimento calculado? Os economistas que fazem estes cálculos lembrar-se-ão de descontar, do crescimento anual do PIB, as parcelas de perda de valor intrínseco do território, que perde 1 bilhão de toneladas de solo arável por ano? No item Serviços, como figuram os voltados para a correção de danos ambientais, que, não obstante serem imprescindíveis, não criam riqueza nova, mas apenas repõem a riqueza velha que estava perdida? Como figuram os serviços tipicamente voltados para atender às necessidades de saúde e segurança que terão sido perdidas no esgarçamento do tecido social?

Em benefício de esclarecimento maior da questão, no ocidente anglo-saxão e francês, os assentamentos iniciais caracterizaram-se como colônias de povoamento, como bem explicam os historiadores. Havia, portanto, aspirações e demandas muito concretas dessas sociedades pioneiras, que impulsionaram desde o início a mobilização mais completa possível dos fatores locais da sustentabilidade. Para habilitarem-se a fazê-lo, criaram-se precocemente as instituições de ensino, muitas vezes, no nível fundamental, vinculadas às igrejas. As condições ditas mesológicas eram consideradas no desenvolvimento das tecnologias, permitindo o surgimento da cultura técnica local. Não foi todavia sem graves riscos de cair-se na apropriação excludente de fatores da sustentabilidade, como ocorreu no Brasil, que se deu a construção da poderosa nação do norte. Com efeito, as grandes corporações das ferrovias, da mineração, das áreas do aço e do petróleo e financeiras bem que tentaram aprisionar em suas mãos a sustentabilidade maior, em detrimento do povo. No início do século atual, as leis antitruste cumpriram papel importantíssimo inibindo essa apropriação totalitária, e no *new deal* o Estado, de maneira esclarecida, distribuiu oportunidades que permitiram rapidamente absorver os desempregados, pulverizando a atividade

econômica, fortalecendo os sindicatos e favorecendo o florescer das tecnologias locais. Desta forma, o País não viveu um problema agudo de distribuição de renda, porque muitos participaram de sua geração, e renda só se distribui na fonte e nunca em planos de caridade. O resto sabemos. Mais tarde, como já foi dito, pelo gigantesco crescimento do mercado interno, as grandes corporações habilitaram-se, pela redução sensível de seus custos unitários, a dominar o mundo, aqui a ali protegidas pelo braço longo e armado do governo americano, aliás, como no próprio país já fizera o exército apoiando a construção de ferrovias em terrenos dos indígenas. Não estou fazendo apologia a esta via pelo seu domínio da economia mundial, mas dizendo que aproveitaram sabiamente os recursos naturais de que dispunham internamente, antes do salto para esse domínio. Hoje vejo economistas, técnicos de diversas áreas e políticos defendendo a imitação do modelo americano. Não percebem que não estão propondo fazer como os americanos porque, de fato, estão propondo fazer como os americanos querem. Este espírito, que tem prosperado indiscutivelmente, não pode ficar para sempre, porque se isto acontecer estamos perdidos para sempre.

Para fechar o capítulo, o êxito dos países centrais está, inicialmente, na esclarecida manipulação dos fatores internos da sustentabilidade de seus territórios, com o desenvolvimento de cultura e tecnologia próprios. Dominar o mundo ficou muito fácil por uma razão fundamental: impuseram-nos a sua tecnologia, tolhendo-nos iniciativas, que sempre pontificaram aqui e acolá, a exemplo do experimento de Delmiro Gouvea em Paulo Afonso, de desenvolvimento da nossa própria tecnologia e das nossas próprias soluções, muitas vezes enfrentando a oposição do Estado, subordinado aos interesses estrangeiros profundamente fincados no coração da pátria.

O mundo, entretanto, ficou muito pequeno, e o sistema geológico não responderá às necessidades da civilização atual enquanto os países centrais continuarem desperdiçando ou reservando a sustentabilidade própria e dilapidando a sustentabilidade mundial em detrimento dos países periféricos, e enquanto estes não se debruçarem decididamente sobre as pranchetas para projetar o desenvolvimento autônomo, aproveitando os estreitos limites da sustentabilidade que ainda podem desenvolver com soberania. É dessa possibilidade que podem nutrir-se os espíritos mais preparados do Terceiro Mundo para engendrar a nova revolução tecnológica, que só poderá ser feita por quem sente as necessidades e nunca por quem está vivendo muito bem sem elas.

X – A REABILITAÇÃO DO HOMEM

De quem foges, peregrino?

O Homem atual não está preparado para um reatamento rápido de suas relações com a Terra, não porque desconheça sistematicamente sua anatomia e fisiologia para poder operar sobre ela, senão na linha já exposta do delirante espírito extrativista que permeia o fazer mundial nas suas relações com a Terra, mas porque está decaído em numerosos valores éticos, morais e intelectuais, integrantes da sua própria natureza e determinantes do seu potencial criativo. Quem não conhece não pode ser criativo sobre objeto ignorado. O que vemos na educação que a maioria de nós recebemos e cujas deficiências uns poucos conseguem ir removendo ao longo da vida? Uma educação de trilhas pedagógicas estreitas, que se vão delineando cada vez mais nitidamente até os níveis mais altos da pós-graduação, de modo que os objetos de teses acadêmicas ou vão ficando cada vez mais circunscritos em verdadeiros cardápios preparados por orientadores ou consultores acadêmicos, ou que, amplos na formulação, vão sendo desenvolvidos de forma canalizada pelas bibliografias consultadas, muitas vezes incluídas burocraticamente em revisões às vezes pobres de espírito crítico. Não se nota “preguiça” na disposição dos pesquisadores para abraçar os temas. Pelo contrário, nota-se freqüentemente grande entusiasmo pelo desenvolvimento de abordagens sugeridas por autores citados, como se a ciência comportasse apenas o cenário de uma “corrida de revezamento” em que cada um carrega um pouco mais o bastão numa direção determinada. O saber, portanto, dispõe-se em cadeias (e não em redes de conhecimento), cujas zonas de superposição lateral e vertical são estreitas e insuficientes para a contemplação do derredor. Conselhos profissionais tentam delimitar campos e subcampos de atuação com precisão cirúrgica. Chamadas ou convites para participação em projetos de órgãos oficiais e também privados consagram essas delimitações de campos em visão claramente reducionista. (Já comentei com colegas ter visto exigências de experiências curriculares formalmente comprovadas que pareciam algo como exigir especialista em tatuagem do coto-

velo direito, não valendo a experiência do cotovelo esquerdo.) A consagração da mediocridade reducionista consubstancia reservas de “mercado”, a conformação daqueles nichos de poder que dão aos seus beneficiários a impressão de estarem exercendo um poder útil à sociedade, quando de fato, e tantas vezes, eles estão sendo possuídos do poder irrecorrível do médico, do engenheiro isto ou aquilo, do advogado, do economista, do administrador, do geólogo. Mapeado assim o campo das especialidades, consagra-se na prática o império daquele famoso dito popular “cada macaco no seu galho”, como se, por ser do médico o trato da doença, fosse também exclusivamente com ele o gerenciamento dos fatores da saúde; por ser do advogado a intermediação da desavença, fosse só com ele a sua prevenção, por exemplo, através de leis cada vez mais estreitas quanto à sua abrangência e mais minuciosas quanto à sua definição, cada vez menos estimuladoras dos exercícios de julgamento; por ser do engenheiro operar o bisturi que rasga a Terra, não importa se bom conhecedor de sua anatomia e fisiologia, não ser de mais ninguém cogitar de onde e como. Falar de tudo isto mais detidamente requer muito mais do que o escasso conhecimento que tenho a respeito em termos de comprovação “estatística”, mas não poderia deixar de expor esta visão, que pulsa independentemente dos números, porque o cenário dominante é o de domínios científicos muito mais abertos por sua própria substância, que vão sendo podados nas suas ramificações em direção ao derredor, como as latadas de jardins caprichosamente retangularizadas com a tesoura. Os geólogos tratam de encolher o próprio campo desta ciência maior, mas de que forma? Agindo como engenheiros do século passado, fascinados com as possibilidades de tratamentos matemáticos elegantes das teorias da elasticidade, que relegaram em larga medida a feia e pouco envolvente plasticidade da mecânica dos solos, até que alguns, dentre os quais Terzaghi, se debruçaram sobre o trabalho a demonstrar a desafiante beleza desta ciência, precisamente alojada em sua insubmissão às matemáticas da época. Similarmente os geólogos mergulharam no núcleo da ciência geológica e acabaram por relegar aspectos aparentemente periféricos, não obstante onipresentes. Acabaram também por se esquecer na prática de que o campo natural da geologia vai do centro da terra até os limites de seu campo gravitacional, não importa se compartilhado com outras disciplinas, que cuidam de outros fenômenos. Este foi, talvez, na história da ciência e das técnicas, o mais frustrante dos abandonos territoriais, porque conduziu a uma leitura

fragmentária da natureza terrestre, que há de ter na geologia o cimento da unificação. A ciência também foi tomada pelo oportunismo, que gera "corridas do ouro" nas direções que prometem maior visibilidade dos resultados. O episódio da fusão nuclear a frio é um bom exemplo. Pronto.

Vamos ao cidadão comum. Participava ele ativamente da educação dos filhos. Estava freqüentemente exposto aos experimentos do cotidiano, ensinando as coisas do seu ofício ou fazendo previsões de tempo, sob o olhar displicente ou distraído dos filhos. Esta educação para a vida certamente não produzia prodígios, mas desenvolvia espírito crítico, contextualizava, exemplificava, exercitava, estimulava a curiosidade, complementava a escola. Hoje tudo se recebe prontinho, e saber como se fez é cada vez mais dispensável e cada vez mais difícil. O Homem recebe uma programação que automatiza seu comportamento perante a maioria das situações da vida. Quem foge à regra corre o risco de ser precocemente encaminhado ao analista. Isto acabou por gerar, por restrições veladas ou explícitas, uma burocrática delimitação de campos do saber e do fazer. Embora se tenha ganho localizadamente em profundidade, o resultado global é medíocre sob muitos aspectos, como teria de ser medíocre o resultado de um ensino fundamental que não equipara o conhecimento da terra ao do vernáculo. Com efeito, se o vernáculo é instrumento fundamental para a inserção do cidadão no mundo social, o conhecimento da terra o é para sua inserção no mundo físico. A pedagogia linear e utilitarista constrói cidadãos mancos, não importa que venham a ser detentores do prêmio Nobel. A pedagogia absurda que preside esse ensino exige nota mínima igual para todas as disciplinas, para todos os alunos, desrespeitando a diversidade do cérebro humano e determinando que se percam em frustrações precoces verdadeiros gênios só porque sejam fracos em matemática, em física, em química, etc.

Em algum lugar já disse que as revoluções tecnológicas ao longo da história da civilização produziram, mais nitidamente umas que outras, um gradual afastamento entre o homem e a terra. A urbanização também produziu este resultado, distanciando esses dois entes de uma relação mais íntima, de uma interação, enfim. As sociedades ditas pós-modernas não convivem com ambientes naturais, senão nos safáris e nas reproduções reduzidas transplantadas ou mantidas nas cidades, em parques, zoológicos, jardins botânicos, que costumam esmerar-se em expor exemplares exóticos da fauna e da flora. Como a pachorrenta

vaca não habita nenhum zoológico, embora sua espécie pese mais que todos os dinossauros, é bem possível que cidadãos urbanos tenham tido oportunidade maior de ver ao vivo um gnu que uma vaca. A televisão, em programas bem elaborados, mostra o poder da Terra em magníficas cenas de vulcões e terremotos, e mais raramente se interessa em mostrar como a prosaica erosão destrói um país. Muito mais, raramente mostra como se pode conter uma erosão aparentemente incontrolável.

É falta de percepção, mais que desrespeito, de que em tudo dependemos da Terra e de que as intervenções sobre ela não podem ser entregues exclusivamente a especialistas, mesmo os geólogos. Estes formaram-se precipuamente para, compreendendo mais globalmente que os outros sua anatomia, fisiologia e história, estarem em princípio mais habilitados a conduzir as diretrizes gerais de operar sobre ela. Todavia, pior que entregar-lhes com exclusividade tal missão, excluíram-nos dela. Como linhas paralelas não se encontram senão no infinito, os saberes acumulados pela Humanidade, canalizados em trilhas precisamente bem definidas, vão-se cruzar por lá, quando já poderá ser muito tarde.

A tecnologia veio, dentre outras coisas, para aliviar o corpo e liberar o espírito. O corpo está cansado e o espírito dilacerado, encaixotado, manietado. O espírito não está liberto. O espírito foi enclausurado por um poder invisível que, antes de ser posto a serviço do Homem, dele se apoderou, escravizando-o, como já referi em capítulo anterior. Os maiores tormentos imagináveis são impostos a esse Homem decaído, nunca em seu benefício (porque há tormentos passageiros que são recompensadores), mas quase sempre em detrimento de suas aspirações mais elevadas, quando as tem. O que lhe fez a tecnologia acionada por esse poder invisível? Para ficarmos com a última revolução tecnológica, iniciada na Europa do século XVIII, ela acabou com o campesinato, deportando-o para as malcheirosas periferias de Manchester, proletarizando-o. Submeteu-o ao trabalho, na prática escravo, das minas subterrâneas e das unidades fabris lúgubres como campos de concentração do século XX. Com o tempo descobriu que esse proletariado poderia ser gradualmente transformado em mercado consumidor de manufaturas, dando-lhe salário um pouco maior que o simplesmente necessário para a estrita sobrevivência. Como certas modalidades de consumo requerem tempo e um mínimo de descanso para seu gozo, começaram a reduzir gradualmente as jornadas de

trabalho. Como esses benefícios vinham sendo dados como conquistas dos trabalhadores (e não o deixavam de ser em parte, dada sua crescente organização), era de pressupor-se uma configuração social infinitamente melhor para o mundo atual. Todavia isto não acontece nem na Europa. Com efeito, o uso cada vez mais intenso da tecnologia cada vez mais moderna aumentou dramaticamente a produtividade. Era, então, possível reduzir em velocidade maior as jornadas diárias de trabalho sem aumentar os anos de trabalho exigidos a cada cidadão para que fosse desobrigado (aposentadoria). Isto, por certo, permitiria uma taxa de desemprego nula ou muito menor. Entretanto, tinham inventado a seguridade social, com a formação de fundos para a manutenção dos aposentados e de seus dependentes não emancipados. Hoje penso que toda a Europa, ou seus maiores países, tem aposentadoria por idade. Como a produtividade não pára de crescer, há muitos desempregados. Como a Europa não deixa morrerem de fome seus desempregados, dá-lhes seguro-desemprego suficientemente grande para que se mantenham como consumidores. Moral desta história toscamente alinhavada: para que a aposentadoria por idade, se a ela se deve parte significativa do desemprego, concentrado precisamente na base da PEA?²⁴ O argumento é que sistema diverso, por exemplo, baseado no tempo de serviço, não teria condições de manter os aposentados porque assim o dizem os famigerados cálculos atuariais. Então, por que não poderia ser o dinheiro hoje gasto com desempregados deslocado precisamente para compor fundo adicional dos governos para essa cobertura e os postos de trabalho resultantes serem abertos a quem não teve sequer o primeiro emprego? É só para torturar os velhinhos? Penso que não.

Desmascarada a odiosa tese do financiamento do sistema, que é absolutamente falsa, revelam-se claramente as verdadeiras razões. Com efeito, aposentados com 55 anos, no máximo, estariam, muitos, em condições de, pela primeira vez na vida, dedicarem-se a trabalho realmente livre e, portanto, muito mais criativo que o produzido em instituições burocráticas estatais ou privadas. Esses aposentados começariam algo inteiramente novo e estimulante para eles e enriquecedor para seus países; não estariam competindo com seus semelhantes trinta anos mais jovens; ao contrário, estariam criando opções adicionais para eles; provavelmente não se aposentariam mais uma vez, dado o revigoreamento do espírito, da disposição para o trabalho livre e livremente

24. População Economicamente Ativa.

escolhido. Morreriam felizes e realizados, não como amparados pela seguridade, muitas vezes tratados como pesos mortos e esquecidos no primeiro mês da aposentadoria, para morrerem sós e congelados numa água furtada qualquer. Trabalham, portanto, em atividades repetitivas e sem criação até o limiar da morte. Quando acontece que gostem particularmente do que fazem, o que é comum em algumas categorias de trabalhadores, como intelectuais, artistas, professores e alguns profissionais modestos, como jardineiros, e por esta razão não queiram aposentar, podem ser colhidos por uma compulsória que os mande para casa a contragosto. Em resumo, quando querem parar de fazer o trabalho rotineiro e desestimulante de sempre, e não de trabalhar, são obrigados a continuar; quando querem continuar, são impedidos. Não falei ainda daquela questão relacionada com o direito daqueles a quem se destina o trabalho desses grandes contingentes de desiludidos, por exemplo, no atendimento ao público, torrando a paciência dos usuários do serviço ou comprometendo a sua segurança, mas acho que basta lembrar. É dispensável explicar. Onde a razão, afinal, senão no verdadeiro pavor que tem esse poder totalitário de encontrar em aposentados precoces a concorrência pulverizada e irresistível, incontrolável? Mas esse poder é velhaco de merecer que lhe tiremos o chapéu, porque esta é apenas a pontinha do iceberg. Com efeito, gerando o desemprego, obriga-se o cidadão (?) não a procurar o trabalho que lhe convém, mas o emprego que lhe dá um mínimo de dignidade. O mais abrangente sistema de escravidão que já se impôs às pessoas na história da humanidade é sutil a este ponto: faz-se desejado pela imensa maioria das pessoas.

Todavia não é só isto, porque, tendo-se gerado todo este desemprego, faz-se mais ainda, agora envolvendo os países periféricos: criam-se condições artificiais para transferir oportunidades de emprego desses países para os do Primeiro Mundo. Os mecanismos são tão óbvios e bem conhecidos que não vale a pena discorrer sobre eles. Assim, mantidos pobres e sem cidadania efetiva, os cidadãos (?) dos países periféricos acabam convencidos de um determinismo pelo qual ninguém é imputável, e, ainda, alguns mais letrados buscam nas metrópoles do mundo a inspiração e as aspirações de viverem como eles, como se esse viver aparentemente tão bom não dependesse da indigência alheia para manter-se com índices crescentes de qualidade de vida. Sem conhecimento de possibilidades não há aspirações próprias e mais elevadas; quem não tem aspirações não tem vontade; quem não tem

vontade vive sem objetivos outros senão sobreviver; quem não tem vontade não prospera; quem não prospera não consome; quem não consome está barateando o consumo de quem consome; quem consome está consumindo a Terra.

Para terminar o capítulo, o Brasil entra inapelavelmente nesta lógica terrível e implanta gradualmente a aposentadoria por idade; acaba gradualmente com esta carta de alforria, estimulando estruturalmente o desemprego precisamente quando deveria atenuá-lo. Matará assim a intolerável criatividade brasileira nas mais variadas áreas da produção material e intelectual, que fez o País avançar em soluções próprias e cujo motor era acionado precisamente por sua grande massa de alforriados ativos, buscando complementar aposentadorias em geral insuficientes, não competindo com seus irmãos trinta anos mais jovens, mas, muito ao contrário, descobrindo e desenvolvendo oportunidades para eles.

Neste ponto parece particularmente oportuno apresentar o modelo antropomórfico do sistema geológico (FIG. 22). Por este modelo assimila-se o sistema geológico ao corpo humano. Como o corpo humano, o sistema geológico tem partes vitais à semelhança de cérebro, coração, fígado, rins, e

partes vulgares, como os membros. Em nosso corpo, não permitimos a degradação dos membros, porque, não obstante não serem órgãos vitais, compreendemos que é com eles que caminhamos e é com eles que executamos grande parte das ações comandadas pelo cérebro. Do mesmo modo, partes aparentemente imprestáveis do território urbano têm funções nobres a cumprir, e se tais partes são relegadas, nelas se instalam os processos de degradação que determinam o mau desempenho do aparelho urbano. Ampliando agora

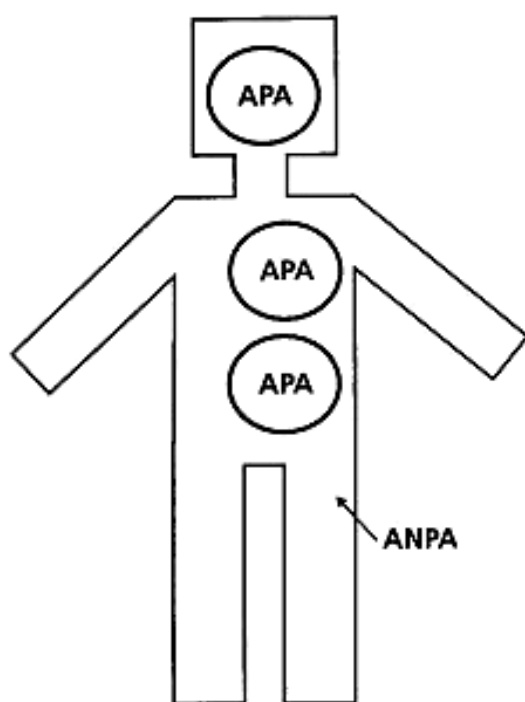


FIGURA. 22 - Modelo antropomórfico.

a analogia para fazermos correspondência entre os territórios do mundo e o corpo social que integra a civilização atual, vemos que parte substancial deste corpo social, obviamente por razões diferentes, encontra-se profundamente degradada, resida na Quinta Avenida, em Uganda ou num subúrbio brasileiro. Há inúmeros indicadores apontando para o advento de um tempo de barbárie explícita, anunciada já por intelectuais de variados posicionamentos ideológicos. Se algo não for feito urgentemente para resgatar o Homem, não se preservarão condições de prosperidade geral e sustentada. Nem a Terra nem o Homem serão destruídos, mas terão de cumprir uma travessia muito dolorosa.

No modelo acima esquematizado, colocamos no lugar do cérebro e de outros órgãos vitais uma Área de Proteção Ambiental (APA). O propósito da analogia é, também, fazer ver que uma APA idealmente teria de ter o tamanho da Terra. Reduzo a proposta para o tamanho de nosso país. Justifico com duas razões fundamentais: a) se pretendemos que uma APA seja de fato área de proteção ambiental, sua existência não pode ensejar que certas atividades sejam nelas proibidas a tal título (de proteção ambiental), porque isto implicaria a implantação da referida atividade em outro local, onde supostamente provocaria danos ambientais, o que descaracterizaria a APA, porque ela estaria determinando a falta de proteção ambiental na área envolvente (que seria então uma ANPA). Nesta visão a APA deveria ser ambientalmente neutra nas suas relações com as áreas envolventes; b) nestas áreas envolventes, que não queremos que constituam uma ANPA, também as atividades deverão ser ambientalmente justificadas, fazendo-as neutras nas suas relações ambientais com a APA; para isto, obviamente, ela teria de ser uma APA; portanto, a APA terá de ter pelo menos a extensão do país, onde impera a nossa soberania. Não há justificação moral para uma APA menor que o país inteiro.²⁵

A reabilitação do Homem pressupõe ainda uma transformação revolucionária no processo de difusão do conhecimento e da infor-

25. Isso, de modo algum, significa que não deve haver áreas submetidas a estatutos especiais, porque sempre haverá valores específicos a justificar uma proteção especial. Não obstante o acima exposto, penso que APAs criadas devem ser implementadas, todavia não arredando pé da exigência de que sejam ambientalmente neutras em suas relações com as áreas envolventes, não lhes transferindo encargos ambientais. Com o passar do tempo a população inteira compreenderá que o conceito de APA terá de ser estendido ao território inteiro.

mação. A extraordinária ampliação dos recursos de comunicação deu-nos aparentemente um nível alto de difusão da informação. Nada mais falso. Com efeito, a informação está canalizada nas estreitas trilhas de saber acima referidas e participa da construção daquele poder cristalizado em nichos de exclusividade profissional. Tem também um só sentido: o de ida do informante para o informado sem retorno e sem contestação. A piorar o quadro, salvo em relação à ocorrência de imprevistos naturalmente provocadores de atenções mais aguçadas, a informação não é contestada sequer por aqueles que tenham o conhecimento específico para fazê-lo, porque contidos por códigos de comportamento ético mais voltados para o triunfo da categoria que para o interesse da sociedade. Isto conduz mentes externas à especialidade, embora percebendo que algo não está dito exatamente como deveria ser, a recolherem-se em prudente silêncio, como quem diria: "Eles, que são brancos, entendam-se". É o século atual, paradoxalmente, de extrema dificuldade de veiculação da informação relevante, porque os veículos de informação ou estão entulhados de informação absolutamente irrelevante, ou, pior ainda, monopolizados por informação extremamente relevante, mas propositadamente formatada para alcançar objetivos que não são os de interesse real do Homem. Uma das maiores expressões de impunidade do mundo atual refere-se à informação falsa passada propositadamente por autoridades no exercício do dever de informar. Os historiadores do futuro certamente encontrarão um designativo especial para o conjunto das Histórias Moderna e Contemporânea, provavelmente redefinindo limites, porque o obscurantismo em que está mergulhada a humanidade neste final de século parece um contraponto decepcionante ao Renascimento, que parecia prometer coisa bem melhor na comunicação e no entendimento entre as pessoas.

XI – A REVOLUÇÃO GEOLÓGICA

*Quem se senta no fundo do poço para contemplar o céu
há de achá-lo pequeno.*

Han Yu

Paga a Humanidade por desempenhos medíocres dos assentamentos humanos e pela dissipação de sustentabilidade associada a tais desempenhos e a uma mobilização não econômica de seus fatores. Contudo, paga assimetricamente da seguinte forma: pelos danos deixados por uma grande enchente do Mississipi paga o mundo inteiro; por uma grande enchente de São Paulo paga o Brasil inteiro; por uma de Belo Horizonte paga o Estado de Minas Gerais inteiro; e por uma de região remota do interior só paga mesmo a comunidade local (a menos das ações imediatas de socorro e assistência). Portanto, paga-se inversamente à capacidade de pagar. Não conheço qualquer estudo econômico que tenha posto em números o resultado da existência desta lógica perversa de rateio do custo de desastres e do mau desempenho dos assentamentos urbanos entre os países do mundo, embora saibamos que ela se funda no fato de que os supridores de bens *in natura* ou intermediários têm os preços que recebem fixados pelo mercado comprador e pagam pelos bens que importam preços fixados pelo vendedor. (Diante desses argumentos freqüentemente se levantam objeções, como, por exemplo, a rápida queda de preços de produtos modernos, como computadores, drogas, componentes eletrônicos e outros. Isto nada tem a ver com o que se expõe acima. Com efeito, se não estivesse embutida nos preços de tais produtos a ineficiência funcional das economias do Primeiro Mundo e suas perdas acidentais, esses produtos poderiam estar ainda mais baratos.)

A única saída que resta aos países periféricos, que lutam por alcançar os desenvolvidos, ao mesmo tempo que são envolvidos na famigerada globalização, está no aproveitamento mais completo possível dos fatores da sustentabilidade disponíveis em seu território, que estejam ainda sob o seu controle. Com efeito, a globalização, aceitando que seja um fato novo, por sua capilaridade efetivamente sem prece-

dentos, e não por seu conteúdo, nada mais é que um torneio para o qual foram convidados os pelejadores. Seria natural que cada um levasse os equipamentos, ou as armas, que tenha desenvolvido sob as condições de sua cultura própria, e que, portanto, poderia reservar surpresas ao adversário. Vigorariam, portanto, regras equânimes. Do jeito que está, entramos nesta em clara desvantagem, porque com os equipamentos e as armas do adversário. Usando uma analogia simples, como se fôssemos para um torneio de culinária, não entramos com o pão de queijo ou o pastel tradicional, em que somos imbatíveis, mas com o hambúrguer que é dos outros, com o qual nossa derrota é certa. Precisamos, portanto, desenvolver nossas próprias armas, nossos equipamentos, nossos produtos. Significa isto a urgência de serem adotadas medidas governamentais em várias linhas a seguir:

Introdução do ensino de geologia, com ênfase nos fatores geológicos da sustentabilidade, no ensino fundamental, como disciplina autônoma, ensinada por licenciados em geologia. (Físicos ensinam física; médicos, medicina; geólogos, geologia, como não?) Esse ensino, pedagogicamente bem orientado, incutirá na formação básica do povo o conhecimento da terra em que vive. O conhecimento a que me refiro deve envolver a constituição da terra e seus mecanismos de evolução natural, e seu comportamento sob as intervenções praticadas pelo homem. Vale dizer, o aspecto constitutivo e o comportamental, ou, na linguagem dos médicos, sua anatomia e fisiologia. Qual é a importância de todas as pessoas terem acesso a esse conhecimento, se grande parte delas, aparentemente, não se envolve diretamente nas aludidas intervenções? Ao contrário do que se pensa, envolvem-se, direta ou indiretamente, em cada momento de suas vidas. Os conteúdos, portanto, sem prejuízo dos aspectos mais gerais da ciência geológica, envolvendo seus métodos e a revelação da terra e de seus mecanismos globais de evolução devem privilegiar a iluminação de aspectos visíveis e menos visíveis deste envolvimento cotidiano, portanto lançando mão de recursos de exemplificação geral (de onde vêm os talheres, a louça, o lápis, os cadernos, os plásticos) e local (o que diz o mapa geológico da terra em que moramos, o que ela contém, os processos que aí ocorrem e como são modificados por nossa ação); agregar já aí conceitos fundamentais de economia no sentido de como manejar esses recursos de forma a beneficiar a geração atual sem prejudicar as futuras.

Criar a carreira de geólogo nas prefeituras municipais (nem 1% das cidades brasileiras a têm e o têm), com funções bem definidas e certamente abrangendo os domínios relacionados ao manejo dos fatores geológicos da sustentabilidade. Cidades de porte menor poderiam contar com o geólogo em suas associações microrregionais. Esta não é uma proposição de sentido corporativista. Com efeito, destina-se ela a sistematizar o manejo dos fatores geológicos da sustentabilidade presentes e sob a gestão municipal, em todos os seus agrupamentos já citados. Isto, muito ao contrário de retirar áreas de atuação de todos os demais profissionais atuantes na escala municipal, vem devolver-lhes ou dar-lhes o desafio, que hoje lhes falta, que é o de ajustar tecnologias disponíveis aos contextos geológicos presentes, em benefício da economia, do privilégio às ações ambientalmente responsáveis e da promoção social, da cidadania, enfim.

Promover a conversão do geólogo clássico, tipicamente do setor mineral, nesse novo geólogo. É importante salientar que o ensino de geologia no Brasil foi formatado em suas linhas pedagógicas gerais e formulações curriculares para a promoção do *boom* mineral. Houve indiscutível êxito em face de alguns objetivos propostos. Todavia, sempre teve o país, mesmo nesta parte priorizada da aplicação do conhecimento geológico, políticas extremamente limitadas de pesquisa mineral, concentrando o interesse em alguns grandes itens. Em relação a outros, deixou-se que a dinâmica do mercado funcionasse alavancando o desenvolvimento do setor. O mapeamento geológico básico foi relegado, tendo incidido preferencialmente em certas áreas com potencialidades precocemente reveladas. Apenas algumas ações de integração de dados geológicos foram promovidas por órgãos federais e estaduais, em escalas regionais. Todavia, se consultarmos estes mapas e suas sínteses explicativas, notaremos que há uma forte concentração de referências às potencialidades minerais; localmente trata-se de recursos hídricos. Meus colegas, portanto, ainda que merecedores da maior admiração pelo empenhado e valiosíssimo trabalho que desenvolveram, involuntariamente reduziram o campo da geologia aplicada, pouco ou nada falando dos fatores gerais da sustentabilidade do sistema que só eles conhecem ou abordaram. Dirão que há geólogos especialistas para essas coisas. É falso. O geólogo especialista só é mobilizado quando necessidades objetivas se impõem. Estas só costumam impor-se nos imprevistos ou diante de grandes pro-

jetos viários, hidrogeotécnicos, nucleares. Portanto, faltou, por absoluta omissão do Estado, a composição de um quadro geral das potencialidades abrangendo o conjunto dos fatores geológicos da sustentabilidade. Os geólogos, formados e dirigidos para o *boom* mineral, não tiveram, como categoria, uma visão do todo geológico, diferentemente dos médicos, por exemplo, que, com as distorções que haja, não deixaram de manter em evidência esta globalidade. Portanto, a conversão acima referida, que vem tendo experimentos na atual orientação da CPRM, precisa ser multiplicada para absorver um contingente de geólogos "clássicos", experientes e subempregados ou desempregados, que vão migrando para outros afazeres.

Expandir cursos de licenciatura (em verdade criar) e de bacharelado em geologia. Quanto a este aspecto, recomendaria a ministro e secretários de educação não perguntarem somente a pedagogos e consultores educacionais de outras áreas sobre isto, porque, em geral, estes não percebem a envergadura da questão e não a tratarão com prioridade. Em recente pesquisa promovida no meio científico sobre campos prioritários para o desenvolvimento científico e tecnológico do País, houve grande concentração de respostas dos pesquisadores em áreas como informática e biotecnologia. Seria efetivamente democrático basear políticas de financiamento à pesquisa com base em resultados de pesquisa desse tipo? Penso que não, pois ela reflete em grande parte o fato de haver maioria de interessados nas áreas eleitas. Portanto, não faz qualquer sentido tratar igualmente (no caso admitir que as respostas refletem a real necessidade) categorias tão desiguais. A licenciatura geológica é fundamental para o bom êxito do ensino de geologia acima preconizado. Quanto aos bacharelados, hoje em número de apenas 18 (ou 19) no País, encontram-se diante de situação de incertezas, muitos deles com baixa demanda no vestibular, porque o mercado do geólogo clássico está reduzido. Num país que pouco pensa no futuro, tem-se notado a tendência à extinção de alguns cursos sob o argumento de que são cursos muito caros por geólogo formado. Isto decorre do fato incontestável da baixa visibilidade do potencial da geologia, no caso, entendo que nutrida pela própria estreiteza de percepção desse potencial por parte dos responsáveis. Precisam esses cursos ser renovados, as vagas ampliadas e reformulados os objetivos e grades curriculares. Todas as cidades que sediam cursos de geologia,

notáveis por sua qualidade científica, debatem-se há décadas com problemas geológicos à porta da escola. Portanto, na reformulação desses cursos, uma consulta primeira os responsáveis devem fazer a si mesmos: seremos ou não capazes de dar respostas a tais problemas? Se não, é melhor fechar de vez. Aqui é importante chamar atenção para o fato de que o geólogo deve compreender de vez que dados geológicos só o geólogo lê. Não poderá nunca ele pensar que outros trabalhem dados geológicos, mas, do engenheiro ao sociólogo, todos são capazes de trabalhar informação geológica, e o que falta ao geólogo é essencialmente esta percepção de que dados geológicos não instruem projetos, mas sim informação, e quem transforma dados em informação é quem gera os dados.

Promover o levantamento geral dos fatores de sustentabilidade disponíveis no Brasil, da escala continental à escala municipal. Isso é muito importante porque grande parte do serviço de base já foi feito. Há, portanto, um bom ponto de partida, que consiste no acervo de dados geológicos disponíveis. O levantamento aqui referido, portanto, não significará, sempre, começar pelo mapeamento geológico básico, mas pela interpretação desses dados contidos em mapas e seus textos explicativos, de modo a transformá-los em informação para a gestão (propositadamente avancei alguns exemplos dessa transformação de dados em informação, necessariamente de maneira esquemática e incompleta). Eis a questão: é necessário traduzir os mapas para o português. Algo como decifrar a pedra de Roseta. Iniciado este trabalho fundamental, as demandas gerais da gestão começarão a ser atendidas e, em seqüência, novas questões começarão a ser formuladas, com objetividade cada vez maior.

Promover o agrupamento dos domínios geoambientais quanto à sua constituição e fisiologia, agregando-lhes os respectivos significados para a gestão. Que quero dizer com isto? Chamar atenção para o fato de que essa constituição e fisiologia peculiares determinam à partida os recursos tecnológicos mais adequados para o desenvolvimento. Esta determinação é tão forte que acaba por plasmar os traços culturais nesses domínios, mas de forma intuitiva, marcada pelo atavismo. Hoje vemos que essas soluções tecnológicas específicas, ou tecnologias contextuais, como já referidas, foram substituídas pelas tecnologias absorventes, homogêneas, cujo triunfo determina obviamente as mais variadas

formas de dissipação da sustentabilidade. Poucos exemplos do que digo seriam mais eloqüentes do que a substituição da roda *pelton* nas montanhas de Minas pelos fios que trazem energia de centenas de quilômetros de distância, desestimulando um importante segmento industrial, que poderia, ao contrário de ser desativado, estar fortemente estimulado e florescente. Foram trinta anos de desmonte, e só agora retorna o interesse de implantar PCHs,²⁶ como via complementar para enfrentar o desafio energético, que só não se manifestou com força muito maior por causa do grande fiasco da economia brasileira nos anos 90, cada vez mais identificados como a mais perdida das décadas. Entretanto, não estou recomendando apenas que olhemos para trás, mas principalmente para a frente, para as imensas possibilidades não exploradas pelo País, porque a geologia não se prontificou a mostrá-las ou porque não tenha encontrado a receptividade merecida. Eis a questão: a geologia não revelou 10% de nossas possibilidades. Não está agora se prontificando ou não foi chamada a revelar as possibilidades positivas – e negativas – da Amazônia, da qual só se ouve falar de incêndios, de manchas desmatadas, de contrabandos, das virtuais excelências do sensoriamento remoto, mas nada sobre as complexas características constitutivas e comportamentais do imenso território (ressalvadas as visibilidades maiores que todos conhecemos).

Definir as porções territoriais que, degradadas pelo uso agrícola e pastoreio inadequados, estão fora do sistema produtivo; replantar nessas porções a vegetação nativa e florestas comerciais, descontínuas (excluída a Amazônia, estou certo de que, pelo menos parcela de 30% do território brasileiro se encontra nesta situação). A este respeito é importante assinalar que verbas cada vez maiores são demandadas para reabilitações locais; para o controle e recuperação de equipamentos destruídos por inundações; prejuízos crescentes se devem ao assoreamento de reservatórios, sendo oportuno lembrar que um reservatório assoreado pode estar amortizado, mas, diferentemente do veículo de serviço, não pode ser substituído; verbas crescentes são demandadas, muitas vezes sem resposta, para a promoção de ações tipicamente isoladas de defesa de espécies em risco de extinção, às dezenas, aos milhares. Tudo isto significa que não haverá dinheiro para tudo, porque a inexorável coalescência dos

26. Pequenas centrais hidrelétricas.

desequilíbrios torna-os desde já insolúveis. Esse reflorestamento global, combinando adequadamente a floresta comercial com a reposição da floresta "natural", pode reduzir drasticamente essas demandas todas pela coalescência natural de seus efeitos colaterais positivos. Isto é tarefa de Estado nas três esferas, promovendo diretamente o reflorestamento natural e estimulando, não com renúncia fiscal, o comercial.

Criar centros de desenvolvimento de tecnologias da gestão, à semelhança de centros temáticos que criou a Embrapa, aproveitando, inclusive, a excepcional experiência gerencial e científica que esses centros desenvolveram, e conformá-los às características de centros de pós-graduação em cooperação com as áreas temáticas respectivas das universidades.

Promover estudos rigorosos sobre a legislação brasileira relacionada ao uso e ocupação do solo e a questões ambientais, e sobre as repercussões de sua aplicação, promovendo o seu ajuste. (Em casos como o do Código Florestal, é urgente rever seu conteúdo com dois objetivos: o primeiro, de conformá-lo minimamente às leis da natureza; o segundo, de flexibilizar sua redação abrindo espaço para a definição de faixas de exclusão mediante os estudos apropriados a cada caso). Esta é questão de suma importância, pois, embora não tenha procedido a um estudo sistemático da legislação, tenho encontrado dispositivos semelhantes aos citados, contidos naquele Código. Preocupa o fato de que a lei está substituindo o trabalho técnico na gestão, interessando este ponto a todas as categorias profissionais nela envolvidas. Com efeito, a lei determina o que pode e o que não pode ser feito com base em características supostamente determinantes de desempenhos, quando, muitas vezes e isoladamente, elas não o são. Desta forma a lei substitui o projeto, dispensa-o, quer quando permite, quer quando proíbe. A juntar-se ao já citado Código Florestal, cito a Lei n. 6.766/79, também chamada Lei Lehmann. Num de seus dispositivos ela proíbe o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade superior a 30% (o que significa autorizá-lo em declividades menores). Faz ressalvas para casos em que o poder local pode permitir o parcelamento em declividades maiores que a citada, mediante a adequada justificação, e casos em que deva ser vedado o parcelamento em declividades menores. Faz referência, nessas ressalvas, a situações geológicas inadequadas. Considerando que o País tem mais de 5 mil municípios e mais ou menos isto de

geólogos, quem levantará tais restrições, senão em cidades em que tais problemas sejam notórios? Afirmo ao leitor que esta lei tem conteúdo assassino, pois, freqüentemente, a altas declividades correspondem terrenos resistentes e a baixas declividades correspondem terrenos pouco resistentes. Nestes casos, é perfeitamente possível que seja mais seguro, com precauções adequadas, construir em declividades mais altas. O oposto também pode ocorrer para ambas as situações. O que quero assinalar é que a proibição baseada num mero dado de declividade pode estar proibindo o possível e, tacitamente, induzindo a fazer-se o não recomendável. Muitas mortes e perdas materiais podem estar ocorrendo no País por causa desta lei.

Criar programa nacional (estadual, municipal) de reabilitação de áreas degradadas apoiado em fundo rotativo suportado nas economias geradas pelo processo de reabilitação. Dou exemplo concreto: quando a Prefeitura da UFMG promoveu a reabilitação de uma pequena voçoroca no *Campus* da Pampulha, o custo da intervenção foi estimado como equivalente ao custo total anual de limpeza do estacionamento do Instituto de Ciências Biológicas, repetido várias vezes ao ano antes da reabilitação. Se, por hipótese, o *Campus* tivesse muitas voçorocas em condições semelhantes, no segundo ano teria o órgão a possibilidade de reabilitar mais uma a custo nulo, no terceiro ano mais duas e no quarto mais quatro. Como estamos no décimo ano, já teriam sido reabilitadas mais de cem voçorocas. Parece artificial o raciocínio, mas não o é. O leitor tem de atentar-se para o fato de que os cálculos estão sendo feitos exclusivamente com as economias na limpeza do *Campus*. Se agora pensarmos no fato de que em outras situações, além de remover a voçoroca da situação de passivo ambiental, poderíamos reintroduzi-la no sistema produtivo, a progressão pode assumir razão maior que a exposta. Inexiste, senão com os juros que só o Brasil paga, atividade com retorno maior que a atividade de reabilitar o território. Implantada no País inteiro, com adequada articulação das distintas esferas de governo, serão absorvidos quantos desempregados estejam por aí, nas ações diretas e no extraordinário estímulo ao empresariado brasileiro no desenvolvimento autônomo de tecnologias apropriadas, e em serviços produzidos. Particularmente na reabilitação de extensas porções de matas naturais como a mata Atlântica, o esforço aplicado a cada espécie animal ou vegetal em extinção pode ser canalizado para

ações de amplitude muito maior, envolvendo famílias inteiras. As florestas comerciais poderão, além de também contribuir para o controle da erosão, dar suporte a alternativas à cana-de-açúcar, complementando êxitos indiscutíveis do Proálcool e dando melhor conformação ambiental e social ao uso da biomassa para a produção de energia.

A revolução geológica pode proporcionar a ruptura definitiva com a relação de dependência que mantém o País atrelado às diretrizes internacionais que não nos interessam. Não há qualquer surpresa nisso, porque conhecer o sistema geológico é como conhecer a nossa casa. Sabemos onde estão, para que servem e como funcionam todas as suas dependências. Quem conhece a própria casa não atropela cristaleiras. É necessário dizer que o geólogo, detentor do conhecimento conceitual da geologia, nem sempre consegue alcançar o conhecimento fático da geologia, porque isto depende muito das demandas a ele dirigidas. Dominando o conhecimento fático da geologia, o geólogo pode ainda não dominar o conhecimento comportamental da geologia, porque isto depende de ele estar participando de operações sobre o sistema geológico, de decisões sobre ele, delas muitas vezes alijado até por limitações legais. Reduzido, portanto, à dimensão de gerador de dados ou, quando muito, de informações, o geólogo não experimenta o comportamento do sistema geológico perante as operações sobre ele conduzidas, ainda que inspiradas em suas informações. Necessariamente esse uso subutiliza as suas informações.

Por outro lado, a capacidade de desenvolver o raciocínio geológico não é, de modo algum, um privilégio do geólogo. Não é também privilégio de categorias profissionais e científicas próximas, como o geógrafo, o engenheiro de minas, o engenheiro geotécnico, o agrônomo, o biólogo. Com efeito, uma grande parcela dos processos geológicos interessa diretamente ao cidadão, não importa sua escolaridade, e ocorre todos os dias. Sem prejuízo da introdução, já a partir da pré-escola, de uma cultura geológica geral, o ensino prático de processos geológicos triviais deve enfatizar aqueles mais relevantes para os contextos geoambientais locais. Experimentos simples com o uso de areia, tubos transparentes e caixas de vidro dotadas de torneiras permitem, por exemplo, ilustrar o processo de infiltração da água no terreno, compreender o conceito de lençol freático e, sofisticando um pouquinho mais, o de "areia movediça", o de lençol freático cativo (artesianismo) e muitos outros.

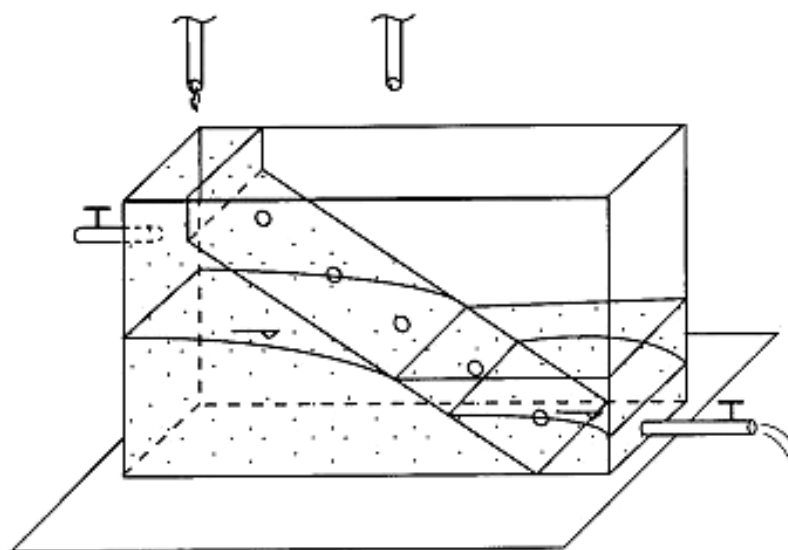


FIGURA 23: A caixa de vidro acima, que pode ser do tamanho de um aquário, apoiada sobre mesa ou bancada, permite simular, fisicamente, o arcabouço geológico em suas relações com a água. A caixa tem uma placa de vidro separando dois compartimentos; esta tem furos que podem ser mantidos abertos ou tamponados por pinos estanques. Se mantidos fechados os furos da placa, a água que entrar pela parte superior à esquerda satura toda a areia contida neste compartimento e extravasa pelo tubo de saída à esquerda. Se desobstruirmos os furos inferiores da placa e abrirmos o registro do tubo extravasor da direita, ajustando as vazões de entrada e saída, poderemos observar um processo de percolação como figurado, as curvas do lado esquerdo e do direito, mostrando a posição do "lençol freático" nos dois compartimentos. Se fecharmos o registro do extravasor da direita, sendo pequena a quantidade de areia nele contida, tomaremos contato com o famigerado fenômeno da "areia movediça", as partículas de areia entrando em "ebulição", ou, no dizer espanhol, *el suelo hierve*, exatamente como vemos num olho d'água bem característico. Notaremos, entretanto, que este será um fenômeno transitório, porque a água logo encherá os dois compartimentos e voltará a escoar pelo extravasor da esquerda. A areia do lado direito acomodará-se naturalmente sob a água. Se retornarmos à fase mostrada no desenho, introduzirmos mais água pelo lado esquerdo ou reduzirmos a saída pela direita, de modo que, não obstante continue a sair água pelo extravasor da direita, água também saia pelo da esquerda, e tivermos introduzido um tubo transparente no furo mais baixo da placa, com altura suficiente, igual à da caixa, notaremos que o nível d'água nesse tubo será mais alto que o da superfície da areia, praticamente nivelando-se ao do extravasor da esquerda, e teremos a visualização de aquífero confinado, ou artesianiano. Se, do lado esquerdo, tivermos um semicilindro de vidro imerso na areia, na posição normal de um cocho, fecharmos o suprimento de água e esgotarmos a caixa pelo extravasor da direita, notaremos que o semicilindro ficará cheio de água, mesmo que o "lençol freático" do lado esquerdo fique mais baixo que o semicilindro. Será ele um modelo bem real de lençol freático suspenso. Se, com o extravasor da direita aberto, bloquearmos o abastecimento com uma placa de vidro, o nível d'água à esquerda baixará. O tubo de alimentação da direita não foi usado (esteve sempre fechado). Deixo à criatividade do leitor o seu uso, isolado ou combinado com o do outro.

Os mecanismos apreendidos são facilmente transportáveis para o terreno próximo da escola ou da casa dos alunos. Isto não forma especialistas, por certo, mas amplia a compreensão da realidade e gera sensibilidades e curiosidades que de outra forma não aflorariam. Para realidades mais amplas acerca do papel regulador do sistema geológico sobre o ciclo hidrológico, imaginemos a represa da Pampulha, que tem capacidade nominal de armazenamento de 13,6 milhões de metros cúbicos, hoje reduzida a pouco mais da metade, por assoreamento. Se houve um rebaixamento médio de 10 metros do lençol freático de toda a bacia (100 km²), devido à urbanização, isto terá correspondido à perda, quase totalmente recuperável, de capacidade de armazenamento da ordem de 40 milhões de metros cúbicos, três vezes a capacidade de armazenamento nominal da represa da Pampulha. Não há, pois, que buscar muito longe a explicação de parte da perda de vazão de base do São Francisco e, em certa medida, nem mesmo a explicação de tantos incêndios, porque folhas verdes não se inflamam facilmente, e folhas, para se manterem verdes, precisam do lençol freático por perto. Mais tarde inúmeras profissões utilizam imagens obtidas por diversas vias. Algumas delas, como as fotografias aéreas, são obtidas em tais condições que, dispostas de forma adequada aos pares, permitem a visão tridimensional ou estereoscópica (FIG. 24 - a, b, c, d). Olhar para uma fotografia aérea isolada fornece ao observador uma visão plana do terreno. Na prática, isto equivale a, tendo dois olhos, sistematicamente fecharmos um deles para ver um mundo plano, sem suas profundidades diversas. É o mesmo que, dispondo de um sistema estereofônico, optarmos por desligar uma das caixas. Assim ocorre em inúmeras prefeituras brasileiras, suficientemente ricas para adquirir fotografias aéreas com as quais se elaboram as plantas cadastrais e suficientemente pobres para não complementar o investimento adquirindo estereoscópios e treinando o pessoal para que aproveitem as imensas vantagens da visão estereoscópica, em benefício da qualidade do serviço público. A visão estereoscópica pode ser treinada desde a pré-escola, sem uso do estereoscópio. Um livro de ciências que não inclua pares estereoscópicos dispostos em condições de observação estereoscópica (trabalhando com a distância interpupilar média dos alunos) está perdendo a oportunidade fantástica de mostrar aos alunos as profundidades do mundo. O cidadão que tenha este treinamento jamais será "caolho" para contemplá-lo. Dou modestíssima contribuição apresentando pequenos pares estereoscópicos dispostos a distâncias

adequadas para a visão estereoscópica à vista desarmada. Como a distância ideal entre as fotos varia entre as pessoas, alguns terão visão mais cômoda e outros menos. A comodidade pode variar conforme a distância de observação, que pode ser ajustada. A forma de observar deve ser a seguinte: o observador coloca a página à frente dos olhos, de modo que cada um deles seja dirigido para o centro de cada fotografia, fazendo que, no conjunto, os olhos estejam fixando um objeto no infinito; as imagens vão superpor-se naturalmente, surgindo aí a sensação de profundidade. Alguns verão imediatamente o efeito de superposição, enquanto outros poderão encontrar dificuldades, levando mais tempo para conseguir o efeito. A impossibilidade de superposição das imagens é devida a problemas de visão.

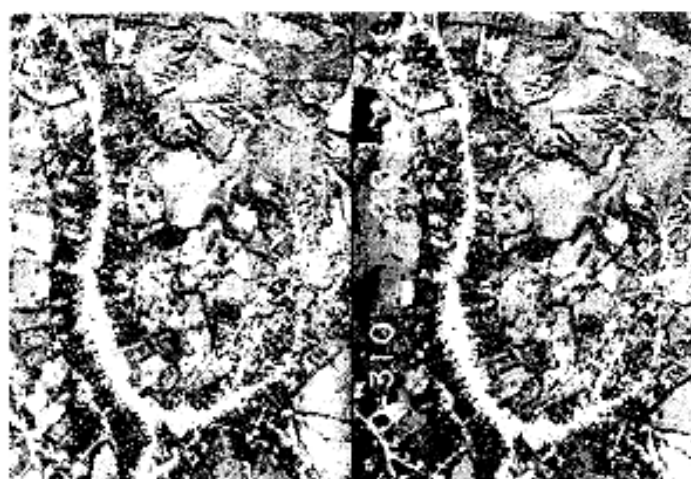


FIGURA 24a - São Brás do Suaçuí - MG (1975).

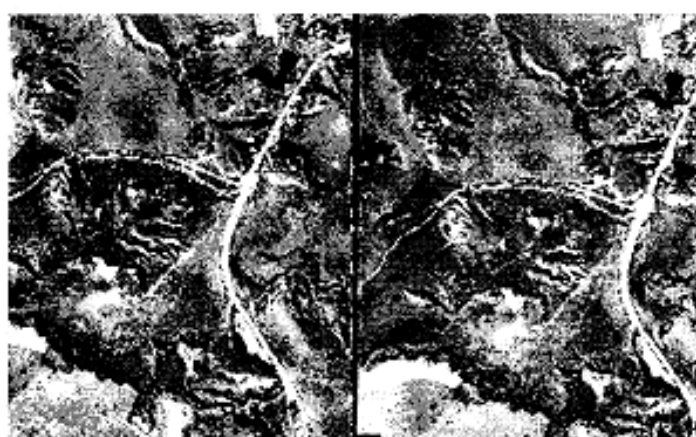


FIGURA 24b - Voçorocas em São Brás do Suaçuí - MG (1975).

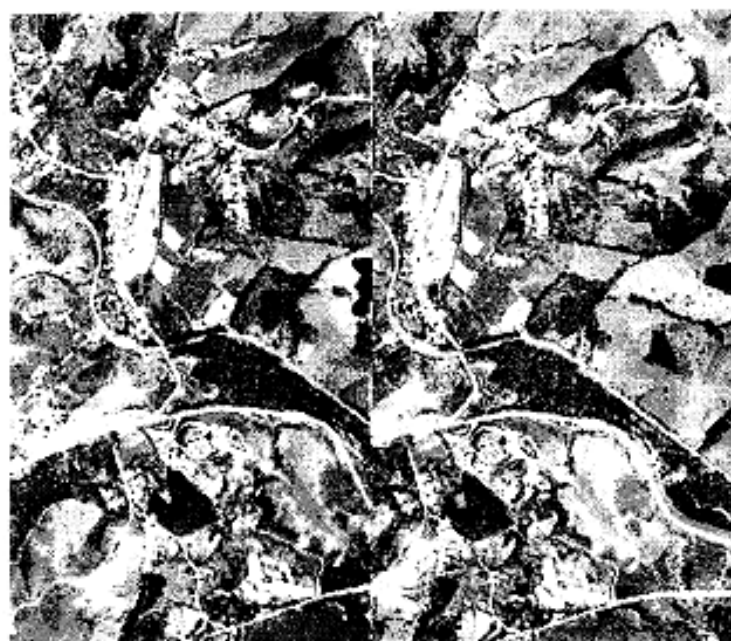


FIGURA 24c - Região de Campos das Vertentes - MG (1975).

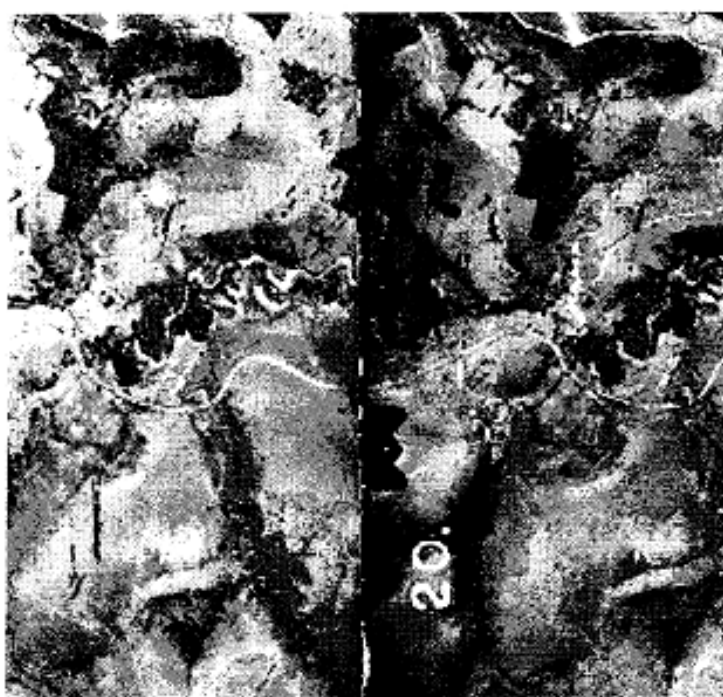


FIGURA 24d - Região de Campos das Vertentes - MG (1975).

EPÍLOGO

O processo de crescimento das cidades, principalmente o das maiores, pode ser comparado a um círculo vicioso, caracterizado por apresentar apenas realimentações positivas, até um certo limite. Com efeito, a nucleação inicial conduz à implantação de meso e superestruturas atrativas, aumentando as correntes migratórias para a Cidade, que reclama e obtém a ampliação e a diversificação destas estruturas, que atraem mais gente... O círculo de realimentação positiva então é rompido por realimentação negativa. Isto ocorre porque, não obstante o esforço por corresponder às expectativas dos cidadãos, a Cidade começa a experimentar um processo de falência funcional e a esvaziar-se econômica e populacionalmente, em benefício de outras que estejam em fase mais favorável do mesmo processo.

O inspetor escolar visitou a escola. Notando que nenhuma criança usava óculos, concluiu e anotou no formulário, em que registrava as observações da visita, que nenhuma criança tinha problemas de visão. No estacionamento, o porteiro não reconheceu objetivamente o motorista do carro que chegava ou que saía, mas notou que o selo do estacionamento estava fixado no vidro frontal, abrindo maquinalmente a cancela. O cidadão abriu a torneira, de onde saiu uma água cristalina, e ficou satisfeito com a qualidade do serviço de águas da cidade. Choveu forte, o rio transbordou, e ninguém ficou sabendo exatamente a causa, embora seja o lixo o vilão mais lembrado atualmente. É evidente que, embora os incidentes citados sejam hipotéticos, não são implausíveis. Com efeito, associações de natureza semelhante ocorrem milhares de vezes por dia. Apresento-as para comentar uma das marcas mais salientes dos tempos atuais, que é a automatização do registro e da interpretação dos fatos. Na escola em que nenhuma criança usa óculos é altamente provável que pelo menos 10% delas estejam com dificuldades de aprender, por problemas de visão. No estacionamento pode estar entrando o carro do assaltante, com passaporte falso, ou pode estar este saindo com o produto do seu furto. A água sempre limpa no apartamento não é prova de que o serviço de águas seja bom, podendo ser mais dispendioso que o necessário ou estar sendo prestado de forma diferenciada, privile-

giando uns em detrimento de outros. No caso mais complexo da enchente, o estratagema de acusar o lixo é particularmente oportuno, porque é uma maneira de o Poder Público compartilhar com a população as culpas, fazendo esta esquecer-se de que este poder contribuiu de três formas, pelo menos, para que o problema das enchentes assumisse as proporções que tem: não construindo um sistema educacional suficientemente bom; autorizando ou tolerando a moradia em locais onde se torna, por exemplo, estruturalmente inviável coletar o lixo; deixando de controlar, por meios eficazes, técnica e economicamente, os caudais escoados.

A sustentabilidade nunca será quantificada em termos exatos, embora cada uma de suas modalidades reconhecidas possa ser medida objetivamente, e sempre por defeito, o potencial hidráulico de nossos rios, por exemplo. Todavia, as diretrizes determinantes do caráter de nosso desenvolvimento impediram sempre o conhecimento mais amplo de importantes componentes da sustentabilidade. Exemplifico: todo engenheiro que construa túneis na serra do Mar sabe que enfrentará problemas com o aporte de água, às vezes em abundância. Não tenho conhecimento de qualquer experimento de execução de galerias para a produção de água pura, mesmo com as dificuldades de adução existentes na extensa fachada atlântica de Santa Catarina a Vitória. Nas porções emersas e submersas das bacias petrolíferas do Nordeste, muitos poços podem conter água doce, facilmente detectável pelo comportamento do perfil geofísico do potencial espontâneo (SP), que é o inverso do comportamento observado quando a água é salgada. O que é feito dos dados desses poços, excetuada a parte relacionada ao interesse petrolífero? Onde se encontram os dados obtidos de sondagens de pesquisa mineral em geral, relacionados a disponibilidades de água doce, que são postos à disposição dos órgãos de controle do governo? Sabemos muito pouco das reais dimensões da nossa sustentabilidade para além de meia dúzia de seus itens. No meio rural, onde está a geologia, que deveria estar contribuindo para o controle da erosão (portanto, protegendo e recuperando a sustentabilidade do solo arável contra a erosão triunfante, e encontrando água subterrânea, e encontrando meios naturais de disposição de efluentes biodegradáveis, ao mesmo tempo em que se recarregam aquíferos)?

Como nação, como cidade, como grupo familiar ou como indivíduos, sempre teremos razões para nos orgulharmos de feitos alcançados. Sempre haverá, todavia, espaço para refletirmos sobre o fato óbvio

de que estes feitos são muito menores do que as nossas capacidades permitiriam. Se tratada como teorema esta declaração, sua hipótese é que ninguém consegue além do que pode. A tese é que sempre podemos mais do que conseguimos. De fato, fatores externos ou internos reduzem muito a capacidade de realizar. A humanidade realizou muito menos do que poderia e por esta razão, mantidas as proporções entre recursos disponíveis e soluções efetivamente alcançadas, entre o início e o fim do século, é possível que o ET, que nos monitorasse, anotasse nesta segunda passagem que os indicadores de progresso social da humanidade pioraram muito desde a primeira. E anotaria também que o "país" Terra ficou pior do que antes. Eis a questão: visto de fora, como é o "país" Terra? É um país dotado de bom desenvolvimento científico e tecnológico (em termos absolutos porque não há elemento de comparação); é um país dotado de excepcionais recursos naturais, em comparação com os vizinhos conhecidos, aos quais faltam, pelo menos, hidrosfera, atmosfera e biosfera semelhantes; é um país, não obstante esses recursos humanos e materiais, muito atrasado em termos sociais, com gritantes diferenças em todos os seus indicadores de desenvolvimento humano. É, portanto, um país onde muito há por fazer; é um país que, curiosamente, tanto mais se distancia da solução de seus problemas, quanto mais se habilita a fazê-lo.

As leis dos homens e as ações dos homens serão inspiradas nas leis da natureza. As leis dos homens e as ações dos homens não prevalecerão sobre as leis da natureza, porque isto significaria o fim dos homens.

A ciência fala por vias dogmáticas, severas, muitas vezes atemorizando as pessoas, muitas vezes até tolhendo a criatividade dos cientistas jovens, determinando-lhes não pretenderem reinventar a roda. Bobagem. A roda tem de ser reinventada a cada dia. E a ciência também costuma relegar solenemente, e por gerações inteiras, temas cruciais, muitas vezes assim como o médico relegou o calo, daí surgindo o "calista" para cuidar do calo, antes que a ciência encontrasse melhor entendimento entre o sapato e o pé. Assim também o geólogo parece comprazer-se na contemplação da mais bela das ciências, mas fazendo dela um "Belo Antônio", que se esquece de dar atenção a algumas funções necessárias. A ciência também selecionou seu "mercado", com sua audiência restringindo-se a meia dúzia de interlocutores em cada campo. Penso que ela deve voltar-se com mais empenho e interesse para o cidadão comum, visando desenvolver linguagens novas, abrangentes e impregnantes. Por que não a poesia? Concluo, pois, com

o apêndice a seguir, não porque nele veja méritos particulares, mas porque gostaria muito de ler *Uma breve história do tempo*, do astrofísico inglês Stephen Hawking, em versão poética de boa qualidade produzida por um físico de boa verve.

INICIAÇÃO DE UM GEODEPENDENTE (a hora de tomar os cordéis)

POR EDÉZIO TEIXEIRA DE CARVALHO

Acorde, acorde! Não mais durma neste instante!
Não fosse a geologia a presença impregnante
Em seu dia-a-dia, continuar dormindo
O sono dos justos você bem que poderia...
O dos injustos ninguém dormirá impunemente;
O dos incautos gera pesadelos, realmente!

Olhe para seu dedo: Esse anel ou aliança
Cujo brilho o enfeitiçou é parte daquele ouro
Que, depois de dez milênios, a humanidade apartou
Das outras coisas. Desse anel e do que resta
(Contando o de Parvaim, de Itaverava e Furquim)
Perfaz-se um cubo de menos de trinta metros de aresta!
Assim do tamanho de prédio, dos de porte apenas médio;
Pouco maior que uma casa de cira e beira,
Todavia sem tribeira! Tão insignificante,
E forte não obstante, moveu a Revolução!
Naquele ponto da história, que disto temos memória,
Em que triunfou o tacho do povo inglês diligente,
Também chamado bretão.

Siga em frente, lave o rosto com água trazida do campo,
Espécie de urbano imposto (não deixe aberta a torneira,
Que é desperdício e besteira), na pia de porcelana,
Que veio de um pegmatito, com sabonete encorpado
Na poeira de um filito. Não pise o ladrilho frio
De granito bem polido de uma pedreira mineira.
Use o chinelo de couro, com o requinte do Paxá,
Do boi que comeu o capim nutrido no fosfato, enfim,
Das minas de Araxá, ou, se prefere, de plástico,
Que ainda disforme veio, no petroleiro fantástico,
Do Oriente do Meio.

Alimente a televisão, que ela vai lhe dar bom-dia,
Com os rápidos amperes chegados de São Simão
Cuspidos no antivórtice da turbina colossal,
Impulsionada por águas que submergem o Canal,

Fundida do itabirito lá da Serra do Curral,
Não sem chegar à Suíça pra compor seu visual.

Coma uma fruta bichada, porque comer é mister,
De uma rampa de colúvio, de um cerrado qualquer,
Formado sobre o pelito desse Velhas esmoler...
De respeito e gestos. Devolva amanhã seus restos,
Mas não para adubar o pelito, senão boiando nas águas
Para engordar o mosquito. Se preferir fruta fina,
Em versão mercossulina, coma logo uma maçã
De uma pendente argentina, bem nutrida nos vapores
Do guano depositado pelo gigante alado,
Pelas aves de rapina, com restos de múmias no meio,
Da Civilização Planaltina, colhidas assim de permeio
Ao balançar da cadeia na orogenia andina.

Tome um café aromático, de ascendência asiático,
Que floresceu na eira da serra da Mantiqueira,
No solo bem conformado de um gnaisse bandado,
Porém tão dependurado, naquele relevo ondulado,
Que foi buscar segurança na terra da esperança,
No planalto promissor do basalto derramado;
Mas lá tiritou de frio, no alto e na beira do rio,
E retornou resfriado, buscando de novo no norte
A tepidez do cerrado. E deixou a terra roxa
E o mesozóico areal pra nele se fixar
Imenso canavial, que lança como vinhoto,
De grande potencial, no descuidado esgoto,
O seu resíduo final, poluindo a terra fértil
E o aquífero maior, verdadeira execução
Da Terra da Promissão.

Tome e dirija seu carro, que tem novos sapatinhos
De borracha da Malásia, outrora de Xapuri,
Quando do agreste enganado, e da caatinga também,
Foi todo um povo levado, a pé mesmo, não de trem,
Para ordenhar a hévea a troco de um vintém,
Não sob o sol causticante do berço do homem errante,
Mas à sombra do gigante, tapete bem verdejante,
Que esconde na escuridão os vetores da estação;
Ou da goma eficiente, de elasticidade real,
Derivada do petróleo chupado do areal,
Sepultado nos entulhos da borda continental,

Dobrado em estrutura em forma de anticlinal,
E que talvez por velhice (que confere cabedal)
Prevaleceu sobranceiro ao novato seringal,
Depois de ser avistado, em resultado certo,
De um furo de sonda dado, qual tiro bem apontado
Ao coração do vespeiro.

Passe no talude incerto, se chove, com atenção,
Pra que possa ver de perto, porque as águas que descem
Trazem terras de roldão, que levam aligeiradas
Da Pampulha em direção, do lago feito por homem
Que pensou noutra função, no leito bem retilíneo
Das sarjetas de betão.

(Porque é que a canaleta não é toda perfurada
Para só levar o excesso de água não infiltrada?
De igual modo as superfícies de sombreados passeios,
Onde as crianças brincam em cimentados recreios
E os velhinhos suspiram em perdidos devaneios?)

(Inflou a legislação para desonerar-se,
E desta forma livrar-se do compromisso da ação.)

Passe no talude forte, de concreto projetado,
Que despeja água de chuva no bairro mal preparado:
É nesse talude mesmo que vegetação cerrada
Precisava ter medrado, para servir de abrigo
Do pássaro mal-avisado, que, indiferente ao perigo,
Voeja tão temerário, distante do espaço agrário;
E para encobrir a feiura da rocha artificial,
Que fere os olhos que chegam para ver a capital,
E que sonega ao terreno, sedento como o chagal,
Empoçar o fluido ameno no sistema visceral.

(Sobreveio inundação? Então é preciso drenar,
E a calha do ribeirão podemos aprofundar,
Ao custo de um bilhão, que temos para gastar.)

Passe no talude rude, de onde o bloco cadente
Do impuro quartzito, sobre o filito luzente,
Rola na ribanceira ameaçando o vivente,
E entra na procissão de costumeira torrente,

Que desce à contramão desafiando o tenente.
Triste fim da formação, neste momento presente,
Que um dia foi esmagada, comprimida, estilhaçada
Por força mais competente, mas nunca desrespeitada
Na integridade prezada: julgava ser imortal,
Na idade muito avançada do Proterozóico ao Recente,
E merecia afinal descanso mais natural,
Que a todo ser se consente, à sombra de um bambuzal,
Na margem do rio corrente, lavada pelo caudal
De pureza reluzente.

Pague o IPTU caladinho para remediar a erosão,
E também o assoreamento, aquele seu meio-irmão,
Para limpar a Pampulha, nesse transe de aflição,
E devolver-lhe a fundura de sua antiga feição.
(Resgate seu compromisso co'a vindoura geração.)

Enquanto as águas revoltas, com autoridade interditas
De buscar seu leito amigo nos desvãos das hematitas,
Rolam desgovernadas, avassalando as beiradas
Da arrogante avenida, sempre haverá quem queira,
Em cívica e dura lida, duplicar a galeria,
Porque não urge o esforço de promover melhoria
Em outros compartimentos, como urbana moradia,
E metropolitanos que sejam de real categoria,
Porque neste *statu quo* pode continuar a orgia
Daquelles que impunemente relegam a geologia.

Passe sobre o ribeirão, que já em março definha,
Noventa por cento de bosta, dez por cento da clarinha,
Com caixa maior que a do Sena pra transportar em janeiro
As águas da chuva serena que expulsamos do terreiro.
Passe naquele galpão, com seu imenso telhado,
Que tem por proprietário aquele sujeito otário,
Que deixa escapar a chuva (não imita o dromedário),
E compra água tratada para lavar a calçada
E para limpar a privada; e compra água de fora
Para pôr no lavajato. Por que tudo isso, agora?
Não faz as contas de fato!

Passe na área de risco, geológico e social,
E contemple com horror aquela coisa anormal,
De casas amontoadas, todas elas sem quintal,

Umas noutras apoiadas, porque lhes falta terreno
Onde sejam bem fundadas em seguro terraplano,
Que tremem desamparadas ao chegar o vendaval,
E estalam todas coitadas, prevendo-se logo engolfadas
No vórtice do lamaçal.

(Este problema interessa à sociedade inteira,
Portanto, concidadãos, hasteemos a bandeira
Da mais ampla discussão: Governo e povo irmanados
Em fecunda comunhão, encontraremos maneira
De prover a solução, em termos de concepção,
Que deixaremos de herança para a futura gestão.)

Leve seu filho à escola, para que aprenda a contar,
E que lhe seja ensinada uma cultura exemplar.
Desiluda-se, entretanto, que as taxas não vão dar
Para que ela lhe ensine o saber elementar,
De viver com harmonia neste planeta sem par,
Aplicando a cada dia as regras da geologia.

Vou-lhe ensinar um pouco, do pouco que já conheço,
Pra que não parta do zero, porque tão difícil começo
É tudo o que não lhe quero. É bem sabido de todos
Que a boa medicina, ao ver o semblante caído,
Procura uma causa intestinal. Para poder comparar,
Neste momento febril, tal verdade lapidar
Com o que se dá no Brasil, recorro neste momento
A poderoso argumento: Não mais a Terra dirá
Como o poeta escreveu: "Os meus cabelos são
Os pinheirais sombrios e veias do meu corpo
Os azulados rios" porque tudo feneceu
Na sangria a que a Cidade o Campo submeteu.
E de contrapartida? Seus resíduos lhe cedeu.

(Para não ter de explicar o ócio da feitoria,
Co'a pena da tirania, fechou a tabacaria;
Esqueceu-se todavia de que mata dia-a-dia,
No leito da rodovia, o mel da destilaria,
E também de pôr mais ordem no balcão da drogaria.)

Faltam-nos brios para peitar o modelo
Que nos querem impingir, concebido com desvelo
Pra fazer-nos de faquir. A face da terra enrugada

Não é sinal de velhice; é sinal, meu camarada,
De rematada burrice: De trato bom quase nada,
Mas de pilhagem, já disse.

Sofrido o país que deixa todo o seu planejamento
À míngua do bom sustento, da base real e forte
Do justo conhecimento do corpo de seu território
E do seu comportamento, e que deixa a execução
Ao sabor do julgamento de quem leva a licitação
Burlando a legislação.

E fecha-se o turbilhão, de forma desavisada,
Em torno do coração da cidade sitiada,
Porque a nucleação, uma vez catalisada,
Prossegue até a fusão da matéria condensada.

O bom desenvolvimento é aquele sustentado.
— Sustentado em quê, por favor? — Ora bolas, sustentado
Responde no tom irado o douto primeiro-mundista,
Ledor de primeira hora da consagrada revista,
À pergunta impertinente do esquivo confabulista,
Já prevendo (não é “trouxa”) que se prepara uma lista
De velhos equipamentos, para fazer a conquista
De novos faturamentos.

(Amou o monitoramento, por dele ganhar argumento
De sutil protelação da pronta intervenção:
Colheu da população, por alto merecimento,
O preito de agradecimento por ser governo de ação.)

Brilha nos olhos a chama, de justa indignação,
De quem se apercebe do engodo de clara conotação,
Que todavia prospera co’a força do furacão,
Não por grande habilidade demonstrada na função,
Mas por artes da ubíqua falta de informação.

O bom desenvolvimento, para ser bem sustentado,
Precisa do geossuporte, é dizer: geossuportado:
Para isto o sistema viário tem de estender-se em anéis,
Para propiciar o encontro de brasileiros fiéis
(Sem depender do carimbo de quem segura os cordéis),
Que vão misturar culturas, montados em mil corcéis,
Engendrando tecituras de fecundas parcerias,

Formando diversos pares de atos complementares,
Que poderão evitar o ócio falimentar,
Bebendo no mesmo bar, enquanto não chega o momento
De se lançar ao relento, vagões de soja a contar.

Para isto a geologia tem de pôr-se a trabalhar,
Para de temas diversos o escuro iluminar,
Que tudo o que deu errado é bem fácil criticar:
Nosso próprio território, que urge desentortar,
Reclama uma ação diversa: Não basta só mapear;
É preciso ser humilde antes de triunfar,
E dedicar-se a questões de teor elementar,
Que velam na simplicidade a grande complexidade
Da ubiqüidade sem par.

E quais são as ferramentas que vamos mobilizar
Para lançar esta ação que não pode demorar?
É por onde começar que se coloca a questão?
É necessário falar um pouco de imaginação:
A nossa matéria-prima, o nosso insumo real,
É conhecer esta terra como o fundo de um dedal:
Desde o Raso torrado da Catarina no sal,
Até o poço espraiado que chamamos Pantanal;
E desde o Pampa irrigado, por divina concessão,
Que vê chegar iminente, por humana incorreção,
Nas asas de um minuano a desertificação,
Até o Jequitinhonha onde toda gente sonha
Com futura redenção, sem ter no entanto o aval,
Positivo, fraternal, daquela que faz cem anos
E que precisa acordar, chegou a hora afinal;
Desde a duna de Natal, desmantelada aos montões
Nas rodas de mil jipões, montados por garotões...
Já falecente o engenho, inobstante o empenho,
Para a lista continuar, podem soltar os rojões,
Que ela acaba de acabar nas margens do Solimões.

Mas o que temos agora para fechar a questão?
Em tudo o que se ignora inexistente a criação.

Agora, meu cidadão, diga-me sem hesitar,
Que esperança lhe resta de esta jornada acabar
Em clima de início de festa, de um futuro vislumbrar?
Prometo-lhe esta cruzada sem descanso continuar,

Pois sei que você decide comigo junto lutar.
E sei que o nó desta lide é preciso desatar.
Minha esperança reside em fato espetacular:
Que muita gente colide com tamanho se-curvar,
Com força que já incide em forma tentacular.

Prevendo que o espaço em cima qualquer dia vai faltar,
A brita, que vem da rocha, de baixo vamos tirar,
E a cavidade restante podemos urbanizar,
Fazendo-a bem retilínea, onde o trem vai circular,
Ou, se preciso, quadrada para o carro estacionar,
Livrando as ruas e vales de seu destino vulgar.
Livramos o campo remoto das bombas a detonar,
E o corredor de transporte dos caminhões a fumar,
E o construtor no canteiro do custo de transportar,
E o comprador do imóvel de a sobretaxa pagar.

A intrusa voçoroca, também chamada barroca,
Nós vamos regenerar, mas por isso, meus colegas,
O povo não vai pagar, pois sete problemas inteiros
Nós vamos solucionar. O risco nas suas bordas,
Nós vamos eliminar, enchendo a feição de terra
Que é preciso descartar; levando a seus poros a chuva,
Que não vai mais inundar; criando novos relvados,
Faremos o verde voltar; filtrando águas servidas,
A peste vai acabar; e nessa área remida
Um parque vai-se implantar; o hidrograma estirado
Vai o São Chico salvar.

Não pode estender-se mais esta longa citação,
No risco de desviar a sua concentração,
Mas importa assinalar que, para tão grande missão,
É mister já preparar verdadeira multidão,
Ao custo de dois palitos, em breve comparação,
Com a mesada do banqueiro, que não baixa de bilhão.

Todavia não se negue um resumo de soneto,
Que fira no lugar certo, qual poderoso ferrão,
Do animal muito esperto chamado escorpião:
De cada Revolução da humana organização
Tirou a humanidade a maior habilidade
De adaptar o terreno ao capricho da vontade.
Esgota-se a ilusão: ressurge a necessidade

De à Terra da Promissão devolver a liberdade.
É hora de economia na correta acepção,
De terminar com a orgia de tanta dissipação;
E de dar à ecologia mais ampla conformação:
Chega de mesmorrágia que não gera solução.
Unir-nos-emos um dia, à beira da perdição,
Quando a terra, à revelia de nossa consternação,
Estrebuchar de anemia à palma de nossa mão,
E pipocar de astenia como bolha de sabão?

É a nova Revolução, que não pode vir tardia,
De pôr na geologia a base da redenção.

Contudo o comedimento é conselheiro exemplar,
E pode ser que a batalha não se decida em saltar
A ribeira de uma calha estreita, deste lugar,
Mas Rubicão furioso, pronto para matar,
Largo e estrepitoso, muito invejoso do mar.
Se a vitória faltar, melhor dizendo tardar,
O que é possível fazer? Não precisa esmorecer.
Você, como iniciado, asile-se não derrotado
E arme-se providente para o combate final
Com arma mais competente que a vista no canal,
Ligado de madrugada, em hora já matinal.

Procure viver numa APA de cuidadosa ordenança,
Mas bem no miolo dela, pra retardar a chegada
Das ondas de degradação que, de sua vizinhança,
Cedo ou tarde chegarão.

Do alto de seu baluarte, do último refúgio então,
Comece a urdir com arte, os planos da redenção,
E ponha logo de parte o poder da computação,
E livre-se logo sensato do estéril aparato
De taxas de câmbio e juros do ambiental peculato,
Que não terão serventia nos momentos de agonia,
De pane do substrato.

Belo Horizonte
30 de outubro de 1996

LEITURAS RECOMENDADAS

1. J.-L. Van Rooy (professor do Departamento de Geologia da Universidade de Pretória, África do Sul). The role of engineering and environmental geology in the reconstruction and development programme for South Africa. *IAEG – Bulletin of Engineering Geology*, n. 53, p. 115-120, abr. 1996.

No trabalho acima, o professor Van Rooy descreve todas as ações dos profissionais de geologia de engenharia e ambiental incluídas no Programa de Reconstrução e Desenvolvimento para a África do Sul (RDP). Embora um relato sumário do conteúdo, e não o próprio conteúdo, impressionam a amplitude do escopo e a capilaridade da abordagem geológica nas diretrizes para o desenvolvimento sustentável, incluindo a ação do geólogo, no campo, em palestras e reuniões com a comunidade local, com o objetivo de explicar os fundamentos e a aplicação direta da Geologia nas questões cotidianas. Sua implementação completa certamente colocaria a África do Sul na linha de frente da Revolução Geológica, que tenho defendido com ardor, embora estorvado por limitadíssima competência pessoal e capacidade de comunicação. Termina o trabalho com o texto seguinte, extraído de tradução informal, feita exclusivamente para divulgar o trabalho do professor Van Rooy:

“As pessoas que vêm à África do Sul consideram isto essencial para verem os assim chamados cinco grandes (leão, leopardo, búfalo, elefante e rinoceronte), mas há novos cinco grandes na esfera das geociências, associados com o RDP, designadamente:

- locais seguros para moradia;
- provisão firme de água potável e saneamento;
- mineração (de pequena escala);
- gerenciamento sustentado de recursos minerais; e
- disposição de resíduos.”

Nessa conclusão o autor está citando McDonald D., 1994: *A new big five. African Wildlife*, v. 48, n. 3, p. 37. Os leitores com facilidade de acesso aos originais em inglês têm acima as referências completas. Os demais, que queiram conhecer o conteúdo, podem solicitar-me cópia da tradução informal.

2. G. Ter-Stepanian (professor e chefe do Laboratório de Geomecânica do IGES, Academia de Ciências da Armênia): Beginning of the technogene. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, Paris, n. 38, p. 133-142, 1988.

No artigo acima, cujo título traduzo por *A aurora do tecnógeno*, o autor defende a tese de que é o Homem um agente geológico destacado na fase mais recente do Quaternário, propondo em consequência a criação de um novo período geológico, que seria o Quinário ou Tecnógeno. O artigo compara as ações dos agentes geológicos naturais com as do Homem. Particularmente interessante é sua comparação entre processos naturais e antrópicos, assinalando, por exemplo, a maior velocidade destes em relação à daqueles. Reproduzo parte do texto traduzido, relacionada com o consumo de energia:

“Começando a partir do Holoceno, o Homem tem queimado crescentemente madeira, que é em grande parte exterminada; assim ele usa completamente a energia do Presente e a transforma em calor. Começando nos meados do século XIX, o Homem queimou carvão e turfa a taxas crescentes; folhelhos oleíferos, óleo e gás foram incluídos neste século. Assim ele transforma em calor a energia do Passado. O Homem usa o calor interno da Terra e acelera a desintegração do urânio em reatores nucleares, isto é, ele reproduz processos que em condições naturais se desenvolvem muito lentamente; assim, ele toma a energia do Futuro. O Homem usa a energia termonuclear em bombas de hidrogênio e agora está planejando pôr em funcionamento a fusão termonuclear controlada, isto é, para usar a energia da Eternidade. Finalmente, é estudado seriamente o problema de captar a energia proveniente do espaço, isto é, a energia que não pertence à Terra, e enviá-la para a superfície da terra; assim ele planeja usar a energia proveniente do Espaço. Este imenso, sempre crescente e ilimitado uso da energia, que se transforma em calor, aquece o planeta e resultará em sua morte termal. Cálculos mostram que a produção limite de energia pelo Homem não deve exceder um milésimo da energia recebida do Sol, isto é, ela não deve ser maior que $1,78 \times 10^{14}$ watt; tal produto alcança atualmente $0,55 \times 10^{14}$ watt. Consequentemente, mesmo agora, na aurora do Tecnógeno, o Homem aproxima-se do perigoso limite de uso da energia. O superaquecimento do planeta com o efeito estufa causado pelo aumento do dióxido de carbono na atmosfera e decréscimo do albedo causado pela poluição provocará o degelo de glaciares antárticos e da Groenlândia, uma elevação de 70 metros do nível do oceano e degelo do solo permanentemente congelado do norte da Ásia e América. Isto será de grande importância para a imensa planície pantanosa da Sibéria Ocidental com cotas de 20 a 30 metros, constituída de solo congelado com várias centenas de metros de espessura; esses solos contêm 50 a 60% de gelo. Se degelam, a superfície (local, NT) da terra submergirá abaixo do nível do mar e a transgressão antrópica sobrevirá (Sergeev, 1982).”

É bom ler, ainda que possamos questionar um tom algo catastrofista, que, todavia, não devemos subestimar.

3. Fritjof Capra. Li deste autor *O tao da física*, *O ponto de mutação* e acabo de ler *A teia da vida*. Assinalo que, a menos de pequena referência em *O ponto de mutação* a um geólogo estadunidense que, na ocasião, início da década de 80, fazia conferências sobre a geologia e suas ferramentas para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, e de uma incursão mais extensa pelos trabalhos de Lyn Margulis e James Lovelock, não-geólogos, mas defendendo a conhecida tese de Gaia como um organismo vivo, toca pouco em geologia. Não obstante, duas coisas assinalo: a primeira sobre minha irremediável pretensão de já ter “visto”, por olhos aqui racionais, ali intuitivos, tudo o que diz sobre os paradigmas cartesiano, newtoniano, baconiano e sobre os complexos de Alexander Bogdanov, os sistemas de Ludwig Von Bertalanffy, a autopoiese de Maturana e Varela, as estruturas dissipativas de Prigogine, os ciclos de realimentação de Norbert Wiener, a teoria dos fractais; a segunda é que, sem instrumental para mergulhar nos domínios tão complexos das ciências em que tais teorias se desenvolveram, constituem elas para mim excepcional revelação de que à geologia está reservado infinitamente mais do que temos conseguido divulgar, porque a ela cabe o papel insubstituível de cimento da unificação das possibilidades de aproveitamento concreto do melhor dessas teorias, claro, nas situações aplicáveis.

4. Getúlio Vargas Barbosa. O saudoso professor de geografia do Instituto de Geociências da UFMG, no efêmero convívio que tivemos, ensinou-me muito. Um pouco de conhecimento e de pensamento geográficos (pouco não por ele, mas por mim) e muito de atitudes perante a ciência e a Humanidade. Sugiro, especialmente aos belo-horizontinos, lerem seu artigo “Notas sobre o sítio e a posição de Belo Horizonte”, *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*, n. 17, dezembro de 1967. Recomendo com entusiasmo a leitura de seu discurso proferido por ocasião (23/3/85) do recebimento do título de Professor Emérito do Instituto de Geociências da UFMG, em que fala da Família Menor, da Família Maior, da Universidade e da Ciência (a maior concentração de sabedoria que encontrei em 8 laudas, espaço 2). Termina à Guimarães Rosa, se propositadamente não sei: “Nessa busca pela coerência não se pode regatear o preço do boi ou da boiada, mesmo quando a luta pela vida exaurir o pasto, a aguada e o gado. Se o homem é apenas um herdeiro afetivo dos gerais e das veredas, não tem um gadinho pé-duro, nem sal, nem terra, é preciso desbravar novos vãos e continuar a lutar com as mãos limpas e o coração cheio de amor. O homem, a mulher e seus filhos estão felizes com a comunhão de todos.”

5. Álvaro Rodrigues dos Santos; Fernando Luiz Prandini e Antônio Manoel dos Santos Oliveira. *Limites ambientais do desenvolvimento: geociências aplicadas, uma abordagem tecnológica da biosfera*. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (artigo técnico), São

Paulo, 1990, 20p. Os autores, dos quais li outras contribuições ao desenvolvimento da geologia de engenharia e que participaram com relevo das minhas concepções atuais de geologia urbana e de desenvolvimento sustentável, que chamo geossuportado, resumem com rara felicidade, e com atualidade, o tema do artigo. Transcrevo o que considero seu núcleo essencial:

“A formulação da tese do Desenvolvimento Sustentável, ou Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável, ou seja, o desenvolvimento que busca o atendimento das necessidades populacionais do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades, adotada e aceita crescentemente por todos aqueles que, convencendo-se da real gravidade nas relações entre a ação humana e a natureza, dispõem-se a corresponsabilizar-se pro-ativamente na solução dos problemas estabelecidos, aponta para dois grupos privilegiados de ações.

O primeiro brota da necessidade compulsória de ser revista a base de valores sociais e espirituais que vem sendo cultivada como suporte ao consumo dos produtos e serviços oferecidos pelo atual desenvolvimento, e que tem, em última análise, levado a Humanidade a condições limites de sustentação ambiental, situação, aliás, pela qual tem pago caríssimo preço, seja do ponto de vista puramente financeiro, seja em perdas materiais/ambientais, seja em qualidade material e espiritual da vida. Diga-se de passagem que estes preços, muitos deles escamoteados ou, no mínimo, não considerados, têm sido, em sua maior parte, pagos pela parcela da Humanidade que menos benefícios tem recebido deste desenvolvimento. Ou seja, é preciso realizar a tarefa de colocar o interesse social e a busca da felicidade humana como os senhores únicos do progresso e do desenvolvimento. Essa providência, tão simples e lógica, terá a grandeza de uma verdadeira epopéia civilizatória, tendo em conta as incríveis dificuldades interpostas pelos interesses individuais e corporativos hoje senhores do desenvolvimento. Para sua viabilização, deverá apoiar-se fundamentalmente no exercício livre da veiculação das idéias e no desenvolvimento democrático dos instrumentos nacionais e internacionais.

O segundo grupo de ações refere-se aos esforços de desenvolvimento científico e tecnológico voltados a compatibilizar as atividades humanas com as dinâmicas naturais do meio físico e com o ecossistema global. A bem da verdade, é necessário que se diga que grande parte das agressões à Biosfera, como, por exemplo, os processos erosivos e de assoreamento provocados pela ocupação rural e urbana do solo, não podem ser debitados de modo simplista apenas à falta de técnicas preventivas ou corretivas. Pesam aí, muito mais, a não disposição de utilização desses cuidados e a irresponsabilidade social por parte dos personagens direta e

envolvidos nestes episódios. Ou seja, são situações mais adequadamente enquadráveis no primeiro grupo de ações anteriormente descrito.

Mas é verdade também que muito há ainda por se desenvolver no entendimento técnico-científico dos processos naturais da Biosfera e de seu inter-relacionamento com as atividades humanas, especialmente no desenvolvimento tecnológico diretamente voltado a compatibilizar as intervenções necessárias no meio físico com as características e processos vitais do ecossistema afetado, eliminando, ou pelo menos tornando assimiláveis, as conseqüências negativas dessas intervenções.

Desse ponto de vista, as Políticas Nacionais de Conservação Ambiental devem, privilegiadamente, incorporar o objetivo extremamente prático da viabilização tecnológica do desenvolvimento necessário, ou seja, da viabilização ambiental do desenvolvimento necessário via instrumental científico e tecnológico.

Nesta ação, necessariamente interdisciplinar, vale ser destacado o papel desempenhado pelas Geociências.”

6. José de Anchiera Correa (filósofo). Bases conceituais e filosóficas da gestão ambiental (Relato geral). In: *Anais do II Simpósio Situação Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte e Minas Gerais*. Belo Horizonte: ABGE, Núcleo MG, 1992. Reproduzo parte de seu texto:

“Mais grave ainda se torna esta cegueira, quando se sabe que o meio ambiente, ou melhor, a cidade, não é nem mesmo um verdadeiro objeto. Não é algo que está diante de nós. Não é um verdadeiro *manipulandum*, não está propriamente a nossas mãos, já que nos envolve, nos contém, esconde sempre algo de nós, algo que a nossa própria presença oculta. Toda objetualização, toda intervenção nesse espaço tempo, considerado como uma exterioridade, um fora de nós, nos atinge, tem conseqüência para o próprio homem. É um reino onde não há impunidades. Reafirmemos: não há acerca das intervenções praticadas nesse espaço tempo, que é a cidade, o meio ambiente, indiferença objetiva. Todas as intervenções aí praticadas repercutem, ressoam, atingem, retornam ao próprio homem.”

Na mesma fonte há textos de Oswaldo Bueno Amorim Filho (*Os estudos de percepção como a última fronteira da gestão ambiental*), geógrafo, meu colega, tão colega e amigo quanto foi meu companheiro de direção do Instituto de Geociências da UFMG; Beatriz Couto e João Villaschi; Geraldo Magela Costa; Maria de Fátima Andrade Gripp; Britaldo Silveira Soares Filho e Philippe Maillard; José Antônio Souza de Deus; José Marques Correia Neves; Marcus Pereira de Mello, Jacqueline Fonseca e

Carlos Vicente Vieira. Todos eles, na elasticidade própria do tema, ocupando parcelas importantes de seu espaço. Destaco o primeiro, cujo tema permeia todo este livro.

7. Robert F. Legget. *Cities and geology*. New York: McGraw-Hill, 1973. Legget, neste livro, legou-me preciosa visão da relação entre a Cidade e a Geologia de seu sítio. Daí surgiu, dentre outras, parte significativa da visão que tenho exposto sobre geologia urbana em seus aspectos operativos, exemplificadamente o princípio das soluções compartilhadas. Legget, no livro citado, abre os capítulos com citações de textos alusivos, cuidadosamente escolhidos. Um desses textos, atribuído a Aristóteles (384-322 AC), refere-se à sua cidade ideal. Um tanto atrapalhado para construir boa tradução, encontrei o mesmo texto traduzido em Mário Carlos Soares de Moura (Grécia Antiga – esquemas e textos, *Cadernos UCMG* n. 7, Série História. Belo Horizonte: UCMG/FUMARC, 1981), do qual reproduzo um fragmento:

“...Antes de tudo ela deve ter águas e fontes naturais em abundância (porém, se tal não acontece, já se encontrou o meio de obtê-las, pela construção de cisternas vastas e profundas que recolhem a água da chuva...). Uma vez resolvidos os problemas da saúde dos habitantes – que depende principalmente de uma localização judiciosamente escolhida, num terreno sadio e bem exposto – e em segundo lugar da utilização das águas salubres, o ponto seguinte merece igualmente nossa especial atenção: as coisas de maior e mais freqüente consumo são também as que mais contribuem para a nossa saúde e a influência das águas e do ar possui esta propriedade de que falamos. Eis porque, nos Estados sabiamente governados, se todas as fontes não são igualmente puras e se há carência de fontes de boa qualidade, as águas que servem para a alimentação devem ser separadas das que são destinadas para outras coisas.”

8. Darci Ribeiro no livro *O processo civilizatório* (7. ed., Petrópolis: Vozes, 1983. 257 p.) sistematizou as revoluções tecnológicas e os respectivos processos civilizatórios que deflagraram. Não comparei com as abordagens de outros autores, em particular historiadores, embora desses já tivesse retirado elementos essenciais, sem todavia mergulhar mais profundamente na abordagem socioantropológica típica do autor. A leitura, independentemente de cor ideológica, é fascinante e ensina muito de geologia urbana, tanto quanto me lembre sem tocar uma vez sequer na palavra geologia. Foi daí que surgiu a idéia de formulação do princípio dos assentamentos geossuportados, não como mera formulação técnico-operativa, mas como a base a um tempo conceitual e operativa da revolução geológica. Darci, para os que leram o livro, termina com o anúncio da que seria a próxima revolução tecnológica – a termoiônica. Penso que algo virá dessa direção, mas como um aspecto particular da revolução geológica. (Perdoe-me o leitor a presunção de propor

diversamente daquele que muitos, apoiados num conhecimento infinitamente maior do seu perfil, o chamam, e acho que muito justamente, o maior dos brasileiros.)

A propósito de revoluções tecnológicas, sinto-me mais à vontade para discordar de Fritjof Capra, que, em *O ponto de mutação*, prevê o advento da era solar. Os próprios livros de Capra, ainda que explorando pouco a geologia, são, no seu conjunto, uma espécie de anúncio em linguagem cifrada da revolução geológica, tal a quantidade de convergências tão claras entre o que expõe e o pensamento geológico, já desenvolvido e por desenvolver.

9. Adelbani Braz da Silva, Antônio Wilson Romano, Cláudia de Sanctis Vianna, Edézio Teixeira de Carvalho e Lúcia Maria Fantinel produziram, para a PBH, o Relatório dos estudos geológicos, hidrogeológicos, geotécnicos e geoambientais integrados no município de Belo Horizonte, iniciados em setembro de 1993 e concluídos (aditamento incluído) em maio de 1996. Integram-no mapas geológico e geoderivados diversos, pareceres e 29 Unidades de Proposição. O trabalho inspirou intervenções locais e incorporações à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo. Muitas proposições, contidas nos documentos citados, e os mapas, podem ser examinados pelo leitor na PBH ou com os autores. Entre essas proposições, chamo atenção para as que tratam da reabilitação de áreas degradadas, do ensino de geologia, do fundo rotativo para o investimento ambiental, das relacionadas à gestão da água, do hiperanel viário de Belo Horizonte e do uso do geoespaço.

10. Fernando Luiz Prandini e Edézio Teixeira de Carvalho escreveram o capítulo Áreas Urbanas do livro *Geologia de Engenharia*, editado e publicado em 1998 pela ABGE, sendo coordenadores editoriais Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Sérgio Nertan Alves de Brito. Prandini não viu a sua última obra, como quem, escapando sorrateiramente à nossa presença, abrisse mão desprendidamente do justo louvor de seus colegas.

11. Ricardo Oliveira; Manuel Rocha; Correia Mineiro; e Antônio Manuel Laranjeira Gomes Coelho. Do primeiro a sistematização da Geologia de Engenharia e a confiança e liberdade concedidas ao orientando na elaboração de sua dissertação, *Carta geotécnica de Ouro Preto, sem furtar-se*, na ocasião própria, à crítica necessária, incisiva e construtiva. De Manuel Rocha, mais que a sistematização da mecânica das rochas, com autoridade e competência mundialmente reconhecidas, a bagagem humanística incomparável destilada em gotas incessantes de permeio ao conteúdo de si pesado e desafiante. De Correia Mineiro, a inigualável capacidade de ensinar quase toda a mecânica dos solos envolvendo a contextualização do ensaio triaxial. De Gomes Coelho, a cartografia geotécnica, pouco depois historiada, sistematizada, criticada e experi-

mentada em sua Tese de Especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (*A cartografia geotécnica aplicada ao planeamento regional e urbano* – Experiência de aplicação ao Plano Integrado de Setúbal, Lisboa: LNEC, 1981). Terá surgido de numerosas conversas com Gomes Coelho, em Portugal e em Belo Horizonte, a virótica contaminação do conceito de assentamentos geossuportados e conseqüentemente da plataforma geológica. Aprendi muito com eles, nas aulas e em seus escritos.

12. Karl Terzaghi: Seria o maior dos engenheiros? Certamente não, até porque em tema tão aberto é literalmente impossível encontrar um campo comum ou parâmetros de comparação. Todavia devemos-lhe a extraordinária singeleza e a eficácia da fórmula de maior repercussão sobre o desenvolvimento científico na área da mecânica dos solos, a que descreve o princípio da tensão efetiva ($\sigma' = \sigma - u$). Tal fórmula diz que a tensão efetiva no interior de uma massa de solo é a diferença entre a tensão total e a tensão neutra, de natureza hidrostática, atuante na água existente nos poros do solo. A fórmula apresentada aplica-se aos solos saturados. Expressões mais complexas foram desenvolvidas posteriormente para descrever estados de tensão dos solos não saturados. Embora hoje sob domínio universal dos engenheiros geotécnicos e de parte dos geólogos, o princípio da tensão efetiva revolucionou a mecânica dos solos nos anos 20 e 30, expandindo-se para a mecânica das rochas e tem também hoje sua influência reconhecida em processos deformacionais das rochas, comandados por esforços naturais. A formulação matemática do processo de adensamento dos solos argilosos, decisivamente apoiada no princípio da tensão efetiva, é um monumento poucas vezes encontrado na história da ciência. Com efeito, Terzaghi, como poucos, conseguiu abrir mão de realidades indiscutíveis, como a compressibilidade da água, considerando-a incompressível, e admitiu também outras hipóteses simplificadoras, para desenvolver sua teoria, não sem posições contrárias do seu meio. Seu triunfo deveu-se a duas coisas fundamentais: absoluto rigor científico sobre as realidades que lhe era possível manipular, e uma percepção excepcional, possivelmente intuitiva ou inspirada na experiência, de relevâncias relativas dos fatores envolvidos. Se não fizesse concessões, baseadas nessa percepção, não teria avançado tanto. Terzaghi sentiu falta de um apoio geológico mais consistente e teceu comentários a respeito. Intuiu com perfeição a similitude de processos deformacionais em solos e nos maciços rochosos e deixou vastíssima produção científica e técnica. Li dele, que escreveu da década de 20 até pelo menos a de 60, muito menos que poderia fazer o leitor supor. Li a tradução para o espanhol do livro *Soil mechanics in engineering practice*, escrito em co-autoria com Ralph B. Peck, elaborada por Oreste Moretto, 2. ed., 1973, B. Aires: El Ateneo, e a separata do artigo *Mechanism of landslides*, incluído na publicação *Application of geology to engineering practice*, Berkeley: Geological Society of America, 1950, p. 83-123.

Terzaghi viveu enfrentando desafios geológicos e cunhou uma frase que muito bem se poderia aplicar ao estado atual do uso pleno do conhecimento geológico: *There is no glory in the foundations*.

13. Sobre risco geológico, impressionou-me uma frase de Jacques Bodelle e Christian Weber (*XXV^{ème} Congrès Géologique International*, Bull. de Liaison des LPC, Spécial X, 1981) sobre como a sociedade se posiciona a respeito do risco geológico (na França). É mais ou menos isto: "A sociedade atual é cada vez mais exigente em matéria de segurança, todavia sem querer abrir mão da liberdade individual." Exemplificam com a dificuldade de resultarem respeitadas restrições legais ao direito de construir, quando as probabilidades envolvidas são baixas (da ordem de 10^{-5} por ano). Em verdade, na Europa Ocidental, as condições socioeconômicas favorecem a prevenção natural das condições de risco triviais, que são as predominantes no Brasil e restante da América Latina. Não obstante, lembro acidente recentíssimo ocorrido na Itália, em que as mesmas cinzas que sepultaram Pompéia voltaram a destruir e matar mais de cem pessoas (v. Del Prete, M., Guadagno, F. M., Haukins, A. B. Preliminary report on the landslides of 5 May 1998, Campania, Southern Italy. *IAEG Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, v. 57, n. 2. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1998). A situação brasileira é bem outra. Frequentemente novas áreas de risco são geradas ao lado mesmo de onde acabou de ser eliminada uma preexistente, enquanto nos países desenvolvidos as situações são de fato pontuais. Grupos de geólogos, engenheiros, urbanistas e outros profissionais, mais ou menos organizados, com atuação mais ou menos contínua e oficial, existem em São Paulo, no Rio, Belo Horizonte, Recife, Porto Alegre, entre outras grandes cidades. Existem também os não oficiais atuando nas universidades e, portanto, sem comprometimento formal com órgãos de gestão. Estão todos lutando muito em benefício da sociedade. Suas experiências, a menos de generalidades conceituais e filosóficas, nem sempre são facilmente intercambiáveis, porque o risco geológico, enquanto relacionado a eventos ou processos naturais, ativados ou não pelo homem, é algo muito condicionado pelos contextos locais, naturais ou das condições de intervenção. Recomendo a quem queira ter um painel conceitual e prático das diversas abordagens locais do risco geológico a leitura dos Anais do *I Simpósio Latino-Americano Sobre Risco Geológico Urbano*, promovido em São Paulo pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, em 1990. A leitura é útil porque o evento proporcionou pela primeira vez a construção de um panorama geral da América Latina quanto ao tema.

SOBRE O AUTOR

Nono filho dos dezenove nascidos de Antônia Teixeira de Carvalho e de Raimundo da Costa Carvalho, e sexto dos catorze viventes, o autor nasceu em Itaverava – MG, em 1946. Fez os quatro anos do primário nas Escolas Reunidas Monsenhor Moraes, em Furquim, município de Mariana; dois do ginásio no Colégio Arquidiocesano de Ouro Preto e dois no Colégio Dom Helvécio de Ponte Nova; os três do médio na Escola Técnica Federal de Ouro Preto; os cinco do curso de Engenharia Geológica na Escola de Minas de Ouro Preto; um ano da parte escolar do Mestrado na Universidade Nova de Lisboa.

Foi geólogo de poço na Petrobrás, sediado em Aracaju, tendo trabalhado em terra e no mar em Sergipe e Alagoas; no mar em São Sebastião, São Paulo; e no escritório de Jequitia em Salvador.

Trabalhou na Transcon (Projeto Variantes da Linha do Centro, Trecho Jeceaba – Barra do Pirai, e Reconhecimento para ligações ferroviárias João Neiva – Barra do Riacho e Recife – Jaboatão, Recife – Cabo).

Foi professor da Escola Técnica Federal de Ouro Preto e, 1969 e 1970, da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto em 1973 e 1974 e, lecionando Geologia de Engenharia, do Instituto de Geociências (Departamento de Geologia) da UFMG, de 1976 a 1995, quando aposentou.

Na UFMG, participou do Convênio SPHAN – UFOP – PMOP no estudo e solução dos problemas de encostas de Ouro Preto, quando elaborou sua Dissertação *Carta Geotécnica de Ouro Preto*, e colaborou, assessorando a Fundação Nacional Pró-Memória, no acompanhamento do Projeto Morros de Olinda, a cargo da UFPE, e mais tarde no Parque Histórico Nacional dos Guararapes.

Em 1989, em programa de Licença Sabática, elaborou estudos sobre áreas de risco geológico em Belo Horizonte, junto à Secretaria Municipal de Planejamento, e assessorou a Urbel em processos de regularização fundiária em áreas de risco. De 1993 a 1996 participou dos estudos já citados, para a Secretaria de Planejamento.

A partir de 1996, até o início de 1999, assessorou a Coordenadoria de Habitação de Betim, elaborando estudos de reurbanização de vilas e de áreas de disposição de efluentes inertes.

Participou, junto à Praxis Consultoria, da elaboração do Plano de Desenvolvimento Ambiental da Bacia de Vargem das Flores e, para a

Sudecap, do Termo de Referência para o Plano de Proteção Ambiental da Bacia da Pampulha.

Elaborou numerosos relatórios técnicos, pareceres e laudos geológicos, enfocando problemas geológicos urbanos e viários, com enfoques geotécnico e ambiental.

Entre 1990 e 1995 foi membro do Grupo Técnico do Subprograma Geociências e Tecnologia Mineral do PADCT/MCT, e desde 1997 é membro do Grupo de Planejamento e Avaliação do mesmo Subprograma, com mandato estendido até o final do corrente ano.

Publicou artigos técnicos e resumos em congressos da ABGE, SBG e em simpósios regionais dessas entidades. Deu entrevistas em televisão e jornais, e teve artigos assinados publicados no *Hoje em Dia* e, mais recentemente, no *Estado de Minas*, Seção Opinião, sob o competente crivo do Editor, jornalista Dídimo Paiva.

Foi diretor do Instituto de Geociências da UFMG e chefe do Departamento de Geologia, diretor do Instituto de Geociências Aplicadas e fundador e diretor técnico da Geologia Urbana e de Reabilitação Ltda. (Geolurb).

Em 1993 foi agraciado com o "Diploma do Mérito de Proteção à Natureza" pela Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Instituto Estadual de Florestas – IEF – MG.

Membro suplente da Câmara de Política Ambiental do COPAM (Conselho de Política Ambiental) do Estado de Minas Gerais, de 1998 a 2000.