

- REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito & TUNDISI, José Galizia (orgs.). *Águas Doces no Brasil*. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da USP/Academia Brasileira de Ciências e Escrituras Editora, 2ª edição, 2003.
- RIBEIRO, Helena & GÜNTHER, Wanda. "Urbanização, Modelo de Desenvolvimento e a Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos". In: RIBEIRO, Wagner Costa (org.). *Patrimônio ambiental brasileiro*. São Paulo : Edusp/Impresp, 2003.
- RIBEIRO, Wagner Costa. "Em Busca da Qualidade de Vida". In: Pinsky, Jaime e Pinsky, Carla (Orgs.). *História da cidadania*. São Paulo, Contexto, 2003.
- _____. (org.). *Patrimônio Ambiental Brasileiro*. São Paulo, Edusp/Impresp, 2003.
- _____. "Entre Prometeu e Pandora: Sociedade e Natureza no Início do Século XXI". In: CARLOS, Ana Fani (org.). *Dilemas Urbanos: Novas Abordagens sobre a Cidade*. São Paulo, Contexto, 2003a.
- ROSS, Jurandy Luciano Sanches & PRETTE, Marcos Estevan Del. "Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental". *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, (12): 89-121, 1998.
- SANTOS, Milton. *Por uma Economia Política da Cidade*. São Paulo, HUCITEC, 1994.
- _____. *A Urbanização Brasileira*. São Paulo : HUCITEC, 1993.
- _____. *São Paulo: Metrópole Fragmentada Corporativa*. São Paulo, Nobel, 1990.
- SEABRA, Odette. *Os Meandros dos Rios nos Meandros do Poder. Tietê e Pinheiros: Valoração dos Rios e das Várzeas na Cidade de São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFLCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 1988.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS. *Gestão das Águas: 6 Anos de Percurso*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 1997.
- SILVA, Armando Corrêa da. *Geografia e Lugar Social*. São Paulo, Contexto, 1991.
- SOUZA, Maria Adélia de. *A Identidade da Metrópole: a Verticalização em São Paulo*. Tese de Livre-Docência apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFLCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 1989.
- SOUZA, Marcelo. "Da 'Fragmentação do Tecido Sociopolítico-Espacial' da Metrópole à 'Desmetropolização' Relativa: Algumas Facetas da Urbanização Brasileira". In: SPÓSITO, Maria E. (org.). *Urbanização e Cidades: Perspectivas Geográficas*. Presidente Prudente, Gasperr/Unesp, 2001.
- SPÖRL, Andréa. *Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos na Região Metropolitana de São Paulo: Diagnóstico Crítico*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFLCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 2002.
- SPÓSITO, Eliseu. "Políticas Públicas: Teoria, Prática e Ideologia". In: SPÓSITO, Maria E. (org.). *Urbanização e Cidades: Perspectivas geográficas*. Presidente Prudente: Gasperr/Unesp, 2001 a.
- SPÓSITO, Maria E. (org.). *Urbanização e Cidades: Perspectivas Geográficas*. Presidente Prudente, Gasperr/Unesp, 2001.

GEOGRAFIAS DE SÃO PAULO. ANA F. A. CARLOS,
ARIIVALDO U. DE OLIVEIRA, 2004. Contexto

SÃO PAULO: A CIDADE E AS ÁGUAS

Prof. Dr. Jurandy Luciano Sanches Ross

Características Gerais do Ambiente Geográfico - *sem*

A Região Metropolitana de São Paulo, localizada a leste do Estado de São Paulo, compreende uma extensão de 8500Km², abrangendo 39 municípios, incluindo a Capital, que tem extensão de 1500Km². Essa região apresenta uma população de 18 milhões de habitantes, o que equivale a aproximadamente 10% da população brasileira, e em torno de 20% do PIB nacional, ocupando 1% do território nacional.

Nos aspectos naturais, sem dúvida, destaca-se o fator climático com a tropicalidade e a sazonalidade pluvial, de um lado e de outro os aspectos geomorfológicos e geológicos, que prevalecem na área onde a capital paulista e as demais cidades da Região Metropolitana foram edificadas. Já, no âmbito sócio-econômico, é preciso entender porque houve tão grande e acelerado processo de urbanização dessa área, sobretudo nos últimos 50 anos, e que urbanização é essa, que se prolifera indistintamente pelos mais diferentes ambientes naturais, independente dos riscos previsíveis que os seres humanos poderão correr pela inobservância de critérios técnicos para instalarem as moradias e, para o poder público implantar obras do sistema viário.

A Capital e as cidades da Região Metropolitana vêm sendo construídas incessantemente sobre terrenos da Bacia Sedimentar Cenozóica de São Paulo, bem como nos relevos esculpidos em rochas do embasamento cristalino do entorno. Nos sedimentos argilosos, argilo-arenosos e conglomeráticos do Terciário Superior desenvolveram-se relevos em patamares amplos, terraços e espigões divisores d'água com topos aplainados ou convexos, com setores

em patamares pouco inclinados, encontrando-se vertentes fortemente inclinadas preferencialmente nas cabeceiras de drenagens dos córregos tributários dos rios principais, hoje totalmente impermeabilizadas pelas ruas, avenidas e pelos edifícios.

Ao longo das margens dos rios principais, tais como: Tietê, Pinheiros, Tamanduateí, e de seus afluentes mais significativos, como os Córregos Aricanduva, Pirajuçara, Águas Espraiadas, Cabuçu de Cima, Cabuçu de Baixo, Vermelho e um grande número de outros pouco menores, desenvolveram planícies fluviais do Holoceno, que são, pelas suas gêneses, anualmente submetidas às inundações sazonais, associadas, portanto, às chuvas intensas de verão. Esses terrenos que representam uma parcela muito pequena (menos de 5%) da superfície que delimita a Região Metropolitana, foram poupados em grande parte pela urbanização até a década de 1960/1970. Nessas terras, anualmente alagáveis, extraía-se areia, cascalho e argila para as construções da cidade. O crescimento urbano estendia-se preferencialmente nos terraços, patamares e colinas dos espigões principais e secundários esculpido nos terrenos sedimentares.

O crescimento acelerado e o vigoroso processo de industrialização, que o país passou a ter a partir da década de 1950 e 1960, com a entrada maciça de capital e tecnologia estrangeiros, a urbanização intensificou-se e o país progressivamente e muito rapidamente deslocou o eixo econômico da agricultura e pecuária para as indústrias e as cidades. A transferência intensa de populações rurais e inter-regionais para as cidades grandes e médias, à procura de melhores condições de vida, fez as cidades crescerem desordenadamente, e São Paulo é um bom exemplo desse processo nacional. Com isso, as planícies fluviais pequenas e grandes, e os morros esculpido nas rochas do embasamento cristalino, passaram a ser progressiva e intensamente urbanizados, através de loteamentos novos regularizados, mas também clandestinos e no bojo dessa dinâmica, a ocupação das áreas de riscos eminentes como os fundos de vales estreitos, as planícies e as vertentes muito inclinadas dos morros, inclusive cabeceiras de drenagem.

Os aquíferos Subterrâneos de São Paulo

A região metropolitana está assentada basicamente sobre duas estruturas: a sedimentar e a cristalina. Disso resulta que as águas subterrâneas comportam, portanto, dois tipos de aquíferos, os localizados nas áreas de rochas sedimentares e os encontrados nas litologias cristalinas.

Os aquíferos das rochas cristalinas em geral apresentam águas menos puras e menores reservas, em comparação com as sedimentares. Isto é devido à baixa permeabilidade das rochas cristalinas, que impossibilita a infiltração d'água para profundidades maiores, diminuindo assim, sua capacidade de filtragem natural. No cristalino as águas acumulam-se, sobretudo, nas fissuras e falhas que ocorrem na estrutura, mas também podem ser encontradas em partes mais profundas quando a rocha mostra-se mais alterada pela decomposição química.

O aquífero sedimentar encontra-se nas aluviões e nos sedimentos Terciários da Formação São Paulo. É este aquífero o de maior importância tanto pelo volume armazenado como também pela qualidade que suas águas apresentam. Cabe ressaltar que nestes existe a alternância de camadas argilosas e arenosas, e que se algumas camadas de areia são pouco espessas, outras entretanto, ultrapassam os 20 metros. Assim, além da maior permeabilidade dos sedimentos em relação ao cristalino, as camadas arenosas são excelentes armazenadoras d'água.

Pode-se definir em função da profundidade e do tipo de reservatório subterrâneo, basicamente dois tipos de aquíferos: a água subterrânea superior e a água subterrânea inferior. A água subterrânea superior é a que se aloja e circula através dos interstícios do solo e que permanece durante muito pouco tempo no solo escoando-se para saídas naturais mais próximas. São os lençóis d'água de menor profundidade. Já, a água subterrânea inferior encontra-se em aquíferos profundos e permanecem aí por longo período. Normalmente drenam para saídas naturais muito distantes. Enquanto as águas subterrâneas superiores normalmente se relacionam ao nível do denominado "Lençol Freático", onde as águas encontram-se sob a influência da pressão atmosférica. As águas profundas são normalmente de "lençóis confinados", encontrados até mesmo abaixo de camadas sedimentares impermeáveis, encontrando-se quase sempre sob o efeito de pressão do solo e subsolo.

A recarga desses aquíferos não é constante e depende das chuvas. Assim, o volume de precipitação, sua distribuição no espaço geográfico, a intensidade da precipitação, e sua frequência, além dos fatores topográficos e geológicos são fundamentais na reposição d'água nos aquíferos.

Por outro lado, a interferência humana excessiva na natureza, gera desequilíbrios, até mesmo na dinâmica natural dos aquíferos, quer sejam eles, de menor ou maior profundidade. Os efeitos são mais agressivos nas áreas de intensa urbanização, onde a interferência do homem, através da construção de edifícios, calçamento das ruas e, conseqüentemente, a eliminação das áreas verdes, gera extensas áreas impermeabilizadas, traz grandes modificações ao ambi-

ente, alterando toda a dinâmica hídrica e climática. Segundo Conti (1980), essas interferências em São Paulo têm causado modificações no comportamento do clima da região metropolitana. Entre as alterações está o desaparecimento da tão popularmente conhecida “garoa”, ao mesmo tempo em que aumentaram os índices pluviométricos. Estes passaram de 1.395mm/a para o período de 1947/1956 a 1.459mm/a para o período de 1967/1976. Essas variações são decorrentes da mudança de temperatura cuja media anual saltou de 17°C para 19°C, onde resíduos sólidos no ar deram significativa contribuição. O aumento da temperatura gerou o desaparecimento dos nevoeiros, bem como contribuiu para uma concentração das chuvas no verão. O aumento das precipitações e sua maior concentração em determinados períodos do ano têm causado, mais freqüentemente, inundações e ao mesmo tempo, com a impermeabilização menor infiltração d’água no solo.

O problema da recarga do aquífero acentua-se com a variação pluviométrica ao longo do ano, principalmente para os lençóis freáticos (aquífero superior). Além de que, estes tipos de aquíferos se escoam com maior rapidez e também são mais explorados pelo homem. Em função destes fatos, nos períodos de menor precipitação (abril a setembro) observa-se grande diminuição na sua capacidade de fornecimento d’água.

Por outro lado, os aquíferos inferiores (lençóis confinados), cuja renovação ou recarga d’água é naturalmente mais lenta em função da profundidade e da presença de camadas de diferentes graus de permeabilidade, tendem a se exaurir com a intensificação de seu uso. Constata-se algumas áreas da região metropolitana em que a intensidade de uso, associado à baixa taxa de recarga, levou a um rebaixamento do aquífero de até 70m. Entre as áreas em que a exploração dos aquíferos de profundidade está com índice de exploração elevada, com sugestão para reduzir o bombeamento são as zonas da Lapa, Santo Amaro e Jardins, zonas centrais e áreas da Paulista, Tatuapé, Diadema e Santo André, em função da grande densidade de poços perfurados.

Admite-se inclusive a hipótese de que alguns aquíferos, ao invés de estarem fornecendo água aos rios, estão ao contrário, alimentando-se destes.

A Dinâmica das Chuvas

No quadro natural desta área o Clima é também um fator importante a ser considerado, devendo destacar a importância da dinâmica da pluviosidade que é o elemento básico no processo de recarga dos aquíferos.

Esta área se caracteriza por apresentar índices pluviométricos elevados em torno de 1.400mm/a. Esse total, entretanto, é distribuído de forma irregular ao longo do ano.

Enquanto de abril a setembro os totais acusam valores não superiores a 30 mm (caracterizando-se como um período seco), entre os meses de outubro e março os mesmos atingem valores próximos dos 1.100mm, definindo-se como um período chuvoso. Esta variação torna-se mais evidente, ao observar-se que de abril a setembro ocorrem de 25 a 50 dias de chuvas, sendo que esses meses apresentam no máximo 80 mm/mes, mas que também podem acusar valores inferiores 40mm/mês para meses mais secos como julho e agosto. Porém, de outubro a março ocorrem de 75 a 100 dias de chuvas. Neste período os índices pluviométricos normalmente ultrapassam os 100mm/mês, mas pode atingir até próximo de 300 mm/mes nos meses de dezembro e janeiro, que normalmente se caracterizam como os meses mais chuvosos.

Examinando-se os dados apresentados por Monteiro (1973), pode-se perceber que a quantidade e o total de dias de chuvas apresentam nítidas diferenças entre a área metropolitana de São Paulo e o interior do Estado. Assim, com exceção do período do Verão, quando se verifica uma certa homogeneidade na distribuição das chuvas por todo o território paulista, as demais estações do ano mostram sempre valores, mais altos de quantidade e dias de chuvas para o leste do Estado. Enquanto na Primavera no centro e oeste paulista têm-se de 10 a 20 dias de chuvas, no leste os valores estão entre 20 e 50 dias chuvosos. O fato se repete para o Outono, com o leste apresentando em torno de 20 dias chuvosos e o centro e oeste, com valores entre 10 e 20 dias de chuvas. No Inverno quando os dias chuvosos ficam muito diminuídos, mesmo assim, pode-se perceber nítida dominância do leste como área mais chuvosa, observando-se de 10 a 15 dias chuva contra 10 ou até menos dias chuvosos no centro e oeste do Estado.

A maior freqüência e intensidade das chuvas na área da bacia de São Paulo estão relacionadas a diversos fatores, de ordem geográfica, tais como: a proximidade do oceano, a altitude do relevo, mas principalmente pela dinâmica das massas de ar procedentes principalmente do sul e leste.

As massas de ar que mais exercem influência no clima paulistano são a massa Polar Atlântica (mPa) e a massa Tropical atlântica (mTa). Os avanços e recuos destas massas de ar comandam as variações térmicas, barométricas, pluviométricas, higrométricas, enfim determinam os diferentes tipos de tempo que ocorrem na área.

As Leis das Águas

A gestão ambiental, ao tomar como referência geográfica a bacia hidrográfica, passa a utilizá-la como unidade de planejamento. Neste sentido, cabe lembrar que a primeira lei sobre as águas refere-se ao Código de Águas promulgado no país na década de 1930, em uma época de grandes transformações no Estado brasileiro.

No âmbito da União, o código das águas foi regulamentado pelo decreto nº 24.643 de 10/07/1934. Esse Código teve, desde os seus primórdios, um enfoque basicamente voltado para os recursos hídricos, trabalhando com duas perspectivas, a saber, o abastecimento das comunidades e a irrigação, e a geração de energia elétrica. O artigo 29, parágrafo 1º daquele documento afirma que “(...) fica limitado o domínio dos Estados e Municípios sobre quaisquer correntes, pela servidão que à união se confere para o aproveitamento industrial das águas e da energia hidráulica, e para navegação”. E o parágrafo 2º: “Fica ainda limitado o domínio dos Estados e Municípios pela competência que se confere à União para legislar de acordo com os Estados em socorro das zonas periodicamente assoladas pelas secas” (DNAEE, 1980:I, 85).

O Código das Águas é contemporâneo do DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral, ambos ligados ao Ministério da Agricultura até 1961, quando passaram ao Ministério de Minas e Energia. O DNPM foi responsável pelos recursos hídricos no Brasil até 1965, quando surgiu o DNAE-Departamento Nacional de Águas e Energia, transformado, em 1968, para DNAEE-Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. O DNAEE absorveu todas as atribuições do CNAEE-Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, existente desde 1939 e extinto em 1969. Este órgão, segundo portaria nº 234/77, relativa a seu Regimento Interno, tornou-se responsável pelo “(...) planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o território nacional; pela supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos das águas que alteram seu regime; bem como pela supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade(...)” (DNAEE, 1989:II, 72).

A Constituição Federal de 1988, instituída com o objetivo de reorganizar o Estado brasileiro, propõe em seu Artigo 21, inciso XIX, a competência da União para instituir um “(...) sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso (...)”. Define, ainda, no Artigo 22, inciso IV, a competência privativa da união para legislar sobre “águas, energia”, indicando no parágrafo único do mesmo arti-

go que “Lei complementar poderá autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas neste artigo” (IMESP, 1988).

A Presidência da República encaminhou ao Congresso um projeto de lei nº 2.249/91 para a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que somente foi aprovado e sancionado em janeiro de 1997.

Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
 - II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
 - III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
 - IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
 - V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
 - VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.
- Art. 20 São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:
- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
 - II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
 - III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

Esta lei define outras diretrizes inclusive para o uso do solo, que não estão citadas aqui.

No Estado de São Paulo, o Decreto nº 27.576 de 11/11/87, antes, porém da promulgação das constituições Federal e Estadual, já instituiu a criação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Assim, ao se elaborar a Constituinte Estadual, foi inserida uma seção exclusiva para tratar dos recursos hídricos: Seção II, artigos de nº 205 a 213. Deve-se ressaltar, em particular, o artigo nº 05, afirmando que “(...) o Estado instituiu, por lei, sistema integrado de

gerenciamento de recursos hídricos, congregando órgãos estaduais e municipais e a sociedade civil, e assegurando meios financeiros e institucionais para: (...) VI - a gestão descentralizada, participativa e integrada em relação aos demais recursos naturais e às peculiaridades da respectiva bacia hidrográfica; (...)" (IMESP, 1989). Estabelece, ainda, nos demais artigos, cobrança pelo uso e rateio de custo das obras de aproveitamento múltiplo entre os beneficiados, compatibilização entre o gerenciamento dos recursos hídricos e o desenvolvimento regional, além da proteção ambiental. Há, também, um reforço no tom participativo da constituição federal.

Em dezembro de 1991, foi aprovada a Lei nº 7.663, instituindo a PERH-Política Estadual dos Recursos Hídricos e o SIGRH-Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, tomando como referência a Bacia Hidrográfica como unidade territorial de gerenciamento. A Lei nº 7.663/91 tem como pontos principais:

- A definição da PERH e dos planos de bacias hidrográficas, nos quais estão estabelecidas as prioridades e programas, inclusive a compensação financeira aos municípios que possuem restrições ao seu desenvolvimento por se situarem em áreas de proteção aos mananciais;

- Criação do FEHIDRO-Fundo Estadual dos Recursos Hídricos, o caixa para financiamento das obras e áreas. O dinheiro desse caixa virá de recursos a fundo perdido, empréstimos e da cobrança pelo uso das águas, onde todos que captam água e devolvem esgotos vão pagar pelo volume que tiram e pela qualidade de água que devolvem;

- criação do SIGRH, através do CERH-Conselho Estadual de Recursos Hídricos, dos Comitês de Bacias e de suas equipes que dão suporte técnico (CORHI).

O Regimento Interno do CERH São Paulo, em deliberação nº 01/93 de 25/11/993, estabelece seus participantes, titulares ou representantes. Incluem-se, ali, além das Secretarias Estaduais e das Prefeituras Municipais de cada grupo de bacias hidrográficas, os seguintes segmentos da sociedade civil, com direito a indicação de um representante cada:

- I - usuários industriais de recursos hídricos;
- II - usuários agrícolas de recursos hídricos;
- III - associações de entidades autônomas de água e esgoto;
- IV - entidades associativas dos engenheiros do Estado de São Paulo;
- V - associações técnicas especializadas em recursos hídricos, águas subterrâneas, irrigação, drenagem, saneamento e meio ambiente;
- VI - organização sindical dos engenheiros do Estado de São Paulo;

VII - órgão ou entidade de classe representativa de engenheiros, arquitetos, geólogos e tecnólogos;

VIII - organização sindical de trabalhadores de recursos hídricos, saneamento e meio ambiente;

IX - entidades associativas dos arquitetos do Estado de São Paulo;

X - entidades ambientalistas integrantes do Consema-Conselho Estadual do Meio Ambiente.

Entretanto, o parágrafo único do artigo 3º estabelece que

(...) nas deliberações do CERH, a sociedade civil, pelas entidades que a representam, ter direito a 1 (um) voto, decorrente do consenso de seus representantes, apurado através do voto da maioria desses representantes presentes à reunião, sendo que no caso de empate, considerar-se-á abstenção.

Por deliberação do CERH, nº 02/93 de 25/11/93, estabeleceram-se as Normas Gerais para composição, organização, competência e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Tais comitês foram definidos como órgãos colegiados, de caráter consultivo e deliberativo de nível regional, atendendo ao princípio de gestão tripartite e paritária entre estado, municípios e sociedade civil. Esta participação deve observar as seguintes diretrizes para definir aqueles com direito a voz e voto:

I - os representantes dos Municípios serão escolhidos em reunião plenária de Prefeitos ou de seus representantes;

II - os representantes do Estado serão indicados por órgãos ou entidades da administração centralizada e descentralizada, cujas atividades se relacionem com o gerenciamento ou uso dos recursos hídricos, proteção ao meio ambiente, planejamento estratégico e gestão financeira do Estado, com atuação na bacia hidrográfica correspondente;

III - os representantes da sociedade civil serão indicados por entidades sediadas na bacia hidrográfica, cuja participação será definida nos estatutos de cada Comitê, considerando os seguintes segmentos:

a) universidades, institutos de ensino superior e entidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico;

b) usuários das águas agrícolas, industriais e outros, representados por entidades associativas;

c) associações especializadas em recursos hídricos, entidades de classe e associações comunitárias e outras associações não governamentais;

IV - terão direito à voz os representantes credenciados pelos Poderes Executivo e Legislativo dos Municípios que compõem a bacia hidrográfica

V - os estatutos de cada Comitê de Bacia poderão prever o convite à participação de outros representantes de órgãos ou entidades, públicos ou privados, com atuação em assuntos de relevância para a região, concedendo-lhes direito à voz.

Além, disso, a Lei 7.663/91 afirma que, em situações especiais, poderá ser criada a Agência de Bacia, assim descrita:

Art.28 - nas bacias hidrográficas, onde os problemas relacionados aos recursos hídricos assim o justificarem, por decisão do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e aprovação do Conselho de Recursos Hídricos, poderá ser criada uma entidade jurídica, com estrutura administrativa e financeira própria, denominada Agência de Bacia”.

§ 1º. A Agência de Bacia exercerá as funções de Secretaria Executiva do Comitê de Bacia Hidrográfica e terá as seguintes atribuições:

I - elaborar periodicamente o plano de bacia hidrográfica submetendo-o ao Comitê de Bacia, encaminhando-o posteriormente, como proposta ao Corhi para integrar o Plano Estadual de Recursos Hídricos;

II - elaborar os relatórios anuais sobre a “Situação dos Recursos Hídricos”, submetendo-o ao Comitê de Bacia, encaminhando-o posteriormente ao Corhi;

III - gerenciar os recursos financeiros do Fehidro pertinentes à Bacia Hidrográfica, gerados pela cobrança do uso da água e outros definidos no art. 34, em conformidade com diretrizes do CRH e ouvido o Corhi;

IV - promover, na bacia hidrográfica, a articulação entre os componentes do Sigrh e outros sistemas do Estado, com o setor produtivo e com a sociedade civil;

§ 2º. As Agências de Bacias somente serão criadas a partir do início da cobrança pelo uso dos recursos hídricos e terão sua vinculação ao Estado e organização administrativa, além de sua personalidade jurídica, disciplina o Estado e organização administrativa, (...).

Assim, esta Lei abre a possibilidade da descentralização político-administrativa sobre o recurso, reforçada pela congregação de organismos estaduais, municipais e da sociedade civil, organizado através de Comitês de Bacias Hidrográficas. O grande desafio que se tem pela frente consiste em propiciar uma coordenação efetiva e eficaz à ação de todas essas instituições de diferentes matizes, técnicas, políticas, administrativas, multisetoriais, multidisciplinares, de direito público e de direito privado, deliberativas, consultivas etc.

Água no meio Urbano

A Resolução nº 20, de 18/06/86, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), classifica as águas doces, salobras e salinas do País. A classificação se fundamenta no uso da água. Na tabela 1 são apresentadas as classes de usos.

A lei nº 8935, de 07/03/89, dispõe sobre requisitos mínimos para águas provenientes de bacias de mananciais, destinadas ao abastecimento público. Estabelece que os requisitos mínimos devem estar enquadrados na Classe 2 e estabelece como atividades proibidas da bacia:

- industriais: fecularia de mandioca ou álcool, indústrias metalúrgicas que trabalhem com metais tóxicos, galvanoplástica, indústrias químicas em geral, matadouros, artefatos de amianto, processadoras de material radiativo;
- hospitalares: hospitais, sanatórios e leprosários;
- depósitos de lixo;
- parcelamento de solo de alta densidade: lotes, desmembramento, conjuntos habitacionais.

Na área metropolitana de São Paulo desde 1974 foi promulgada a Lei de proteção aos Mananciais que, entre as principais diretrizes, estabelece regras de utilização do solo cuja função é indicar as áreas da bacia que não deverão ser ocupadas e aquelas que serão potencialmente ocupáveis, impondo restrições para as atividades de acordo com a localização.

Comitê da Bacia do Alto Tietê

O CBH-AT, segundo seu estatuto aprovado em 09/11/94, foi dividido em 5 sub-regiões, agrupando municípios em sub-bacias, a saber, sub-região Juqueri-Cantareira, sub-região do Alto Tietê-Cabeceiras, sub-região Cotia-Guarapiranga, sub-região Billings-Tamanduateí e sub-região Pinheiros-Pirapora. Cada uma dessas sub-regiões deu origem a um sub-comitê de bacias, com organização similar aos comitês, com gestão descentralizada e submetida ao CBH-AT.

A plenária do Comitê é constituída por 48 representantes, com voto individual, distribuído entre 16 representantes do Estado, 16 representantes das prefeituras municipais e 16 representantes da sociedade civil. Dentre os representantes do Estado, há um membro designado pelos seguintes órgãos, formalmente indicados desde a elaboração do Estatuto: Secretaria de Recursos Hídricos; DAEE-

|Tabela 1| Classificação segundo normas do Conama

| Classe | Uso |
|----------|---|
| Especial | <ul style="list-style-type: none"> • abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; • preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. |
| Classe 1 | <ul style="list-style-type: none"> • abastecimento doméstico após tratamento simplificado; • proteção das comunidades aquáticas; • recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); • irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas, ou de frutas que se desenvolvem rente ao solo ou que sejam ingeridas cruas, sem remoção de películas; • criação natural e/ou intensiva (aquicultura de espécimes destinadas à alimentação humana). |
| Classe 2 | <ul style="list-style-type: none"> • abastecimento doméstico após tratamento convencional; • proteção das comunidades aquáticas; • recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); • irrigação de hortaliças e plantas frutíferas • criação natural e/ou intensiva (aquicultura de espécimes destinadas à alimentação humana). |
| Classe 3 | <ul style="list-style-type: none"> • abastecimento doméstico após tratamento convencional; • irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • dessedentação de animais; • navegação; • harmonia paisagística; • usos menos exigentes. |

Departamento de Água e Energia Elétrica; Sabesp-Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo; Secretaria do Meio Ambiente; Fundação Florestal; Cetesb-Cia. Estadual de Tecnologia; Secretaria de Planejamento e Gestão; Emplasa-Empresa Metropolitana de Planejamento S/A; Secretaria da Agricultura; Secretaria da Saúde; Secretaria de Ciência e Tecnologia; Secretaria da Habitação; Secretaria de Esportes e Turismo; Cedec-Coordenadoria Estadual de Defesa Civil; Eletropaulo. Dentre os representantes das Prefeituras Municipais, as prefeituras dos municípios que integram a bacia hidrográfica indicam 16 representantes dos usuários das águas para consumo doméstico, dois representantes de usuários das águas para atividades agrícolas, dois representantes de associações de defesa do meio ambiente, três representantes de associações de defesa do meio ambiente, três representantes de associações técnicas, um representante de organizações sindicais e um representante de associações científicas.

A Secretaria Executiva do Comitê deverá ser exercida pela Agência de Bacia, ainda não constituída. A Lei Estadual nº 10.020 de 03/07/98 autorizou o Poder Executivo a participar da constituição de Fundações Agências de Bacias Hidrográficas, instituições públicas de direito privado a serem criadas nas bacias onde os problemas relacionados aos recursos hídricos assim as justificarem. Tais instituições deverão ser criadas a partir de deliberação do Comitê de sua área de abrangência, com adesão de, pelo menos, 35% dos municípios ou daqueles que possuam, pelo menos, 50% da população da bacia hidrográfica, devidamente aprovadas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Entretanto, as Agências de Bacias somente podem ser criadas a partir do início da cobrança pelo uso da água e, enquanto isso, suas atribuições vão sendo exercidas por meio de Grupos Executivos, ligados às respectivas Secretarias Executivas, formadas, sobretudo a partir da estrutura disponível nos órgãos públicos estaduais e municipais.

Há, ainda, as unidades especializadas ou câmaras técnicas, criadas por deliberação do Plenário, a fim de tratar temas específicos relativos a recursos hídricos. Foram criadas, em 1997, as seguintes Câmaras Técnicas, cada qual com cerca de 12 integrantes:

- drenagem e controle de inundações;
- qualidade da água e proteção aos mananciais e quantidade de água racionalização dos usos.

Mais recentemente foram instaladas a Câmara Técnica de Planejamento, com a missão de preparar o termo de referência do Plano de Bacia para o período 2000-2003, e a Câmara Técnica de Saneamento.

Os sub-comitês da bacia hidrográfica do Alto Tietê encontram-se instalados, cada qual com o seu regimento interno, reproduzindo, em cada estrutura específica, o sistema geral de gerenciamento dos Comitês.

Em agosto de 1997, foi instalado o sub-comitê da Região Cotia-Guarapiranga, o primeiro dos cinco sub-comitês da bacia hidrográfica do Alto Tietê a ser organizado formalmente. Congregando representantes de oito municípios, Cotia, Embu, Taboão da Serra, Embu-Guaçu, Juquitiba, São Lourenço da Serra e São Paulo, é formado por 33 representantes do Estado, dos Municípios e da Sociedade Civil.

Em outubro de 1997, foi instalado o sub-comitê Juqueri-Cantareira, congregando os municípios de Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha, Caieiras, Mairiporã e São Paulo/Norte, constituindo 21 representantes. Em dezembro de 1997, foi instalado o sub-comitê Billings Tamanduateí, com 24 representantes totais e congregando os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Mauá, Ribeirão Pires, Diadema, Rio Grande

da Serra e São Paulo. Em setembro de 1998, foi instalado o Sub-comitê Píneiros-Pirapora, congregando os municípios de Osasco, Barueri, Itapevi, Santana do Parnaíba, Pirapora do Bom Jesus, Carapicuíba, Jandira e São Paulo. O Sub-Comitê Alto Tietê-Cabeceiras congrega os municípios de Mogi das Cruzes, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Poá, Suzano, Biritiba-Mirim, Salesópolis, Guarulhos, Arujá e São Paulo.

Cumpra-se observar que o Município de São Paulo participa em todos os sub-comitês e, a fim de manter a paridade na participação dos municípios com os demais membros, o § 3º do artigo 9º do Estatuto do Comitê, determina que cada Sub-comitê indique 3 representantes de sua sub-região para integrar a plenária, ficando com o Município de São Paulo opinar na indicação dos demais membros, porém, veta a sua própria indicação.

Instrumento de Gestão para os Mananciais

Dos vários instrumentos disponíveis para o gerenciamento dos recursos hídricos, cabe, aqui, uma referência aos específicos de gestão dos mananciais.

São instrumentos de planejamento e gestão dos mananciais, conforme artigo nº11 da Lei nº9.866/97: a) a delimitação das áreas e elaboração das diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional; b) as normas para implantação de infra-estrutura sanitária; c) os mecanismos de compensação financeira aos municípios; d) o PDPA-Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental; e) o controle das atividades potencialmente degradadoras capazes de afetar os mananciais; f) o sistema gerencial de informações; g) a imposição de penalidades por infrações.

O Plano Emergencial de Recuperação Ambiental dos Mananciais da RMS, coordenado pela Secretaria do Meio Ambiente e pela Secretaria de Recursos Hídricos foi aprovado pelo Consema-Conselho Estadual do Meio Ambiente e pelo CRH-Conselho Estadual de Recursos Hídricos, com exigências e recomendações do CBH-AT que prevêem a realização de obras de prevenção e de controle de poluição das águas, revegetação de áreas, controle de erosão, nas situações em que as condições ambientais e sanitárias apresentam riscos à vida e à saúde da população ou comprometam a utilização dos mananciais para fins de abastecimento.

O plano emergencial foi elaborado com base nas 383 propostas de intervenção apresentadas por 26 prefeituras da RMS, com territórios total ou parci-

almente inseridos em áreas de mananciais, pelos serviços municipais de saneamento, pela Sabesp e pela CDHU-Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano de São Paulo. As propostas de intervenção foram apresentadas e discutidas com as comunidades envolvidas, durante a realização de quatro audiências públicas (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 1999).

Dentre as exigências feitas pelo CBT-AT para aprovação do Plano Emergencial, devem ser consideradas a necessidade de campanhas de esclarecimento sobre as ações a serem executadas, bem como a harmonização e compatibilização técnica das propostas de saneamento, principalmente de esgotamento sanitário, com Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana, além do devido acompanhamento das câmaras técnicas dos sub-comitês. Em todas as propostas, deverá ser garantido o efetivo afastamento ou tratamento local dos efluentes sanitários, conforme a viabilidade técnica mais adequada.

Problemas com as águas de superfície na região Metropolitana

Qualidade das águas de superfície

Em virtude da intensa e desordenada expansão urbana da área metropolitana, inclusive para áreas não permitidas, tornam-se cada vez mais graves as alterações no quadro ambiental. Desta forma, a lei de proteção aos mananciais criada em 1974 foi promulgada para gerir a relação entre o uso do solo e a garantia da qualidade das águas para o abastecimento público, além de exercer funções modeladoras do crescimento metropolitano.

A lei impunha uma série de restrições no intuito de preservar o ambiente do entorno das represas e garantir a qualidade das águas destas, no entanto, não considerava dados da realidade sobre os quais se aplica. É preciso compreender a dinâmica do processo de desenvolvimento urbano, sem o qual se torna difícil submeter aos princípios legislativos, toda e qualquer implantação de construções, sejam residenciais, industriais ou comerciais.

Contrapõe-se aos preceitos preservacionistas, a pressão exercida pela expansão urbana, através do aumento da população e da especulação imobiliária. No caso dos loteamentos para população de baixa renda, presente tanto no sistema Guarapiranga quanto no Sistema Cantareira, os loteadores sempre desrespeitam a legislação, parcelando o solo sem levar em conta a declividade do terreno e o tamanho de cada lote, burlando a lei. Normalmente a área de cada lote não ultrapassa 150 m², assim, mais lotes serão vendidos e mais lucros

o empreendedor poderá obter – atitude típica da economia de mercado. É assim que surgem os loteamentos clandestinos, que desprovidos de infra-estrutura, tal qual rede de esgotos, entre outros, despejam diariamente detritos sólidos e líquidos em estado bruto nas águas dos mananciais.

Como se vê, existem grandes dificuldades para cumprir as medidas impostas pela legislação, para manter a qualidade da água das represas e da qualidade de vida da população.

As áreas de proteção são muito extensas. Isso dificulta uma fiscalização mais atuante, pois depende exclusivamente dos esforços dos governos.

Além da dificuldade de fiscalização destas áreas, a ação dos comerciantes imobiliários é muito intensa e disseminada. Por meio de títulos de imóveis, escrituras e todo tipo de documentação forjada, consegue-se vender os lotes sem maiores problemas. Assim, por ingenuidade ou falta de opção, os compradores fazem os negócios, muitas vezes até sabendo que está irregular, mas como a ação governamental é sempre muito efêmera e, progressivamente, estes espaços vão sendo urbanizados irregularmente.

Ações processuais sobre loteamentos irregulares são abundantes e continuarão a existir, enquanto não for estabelecida uma política habitacional socialmente mais justa, condizente com as necessidades da população, e não forem aplicadas penalidades rígidas contra os infratores especuladores.

A lei por si só, normalmente não traz os resultados esperados, é necessário a criação de mecanismos implementadores e estimuladores que extrapolam a mera existência da lei. Os ideais de preservação ambiental com justiça social devem ser compatíveis com o desenvolvimento urbano. Neste sentido, o planejamento (regional/local) baseado na potencialidade do ambiente natural, social e econômico assume importância fundamental na ordenação do espaço territorial, no aproveitamento dos recursos hídricos, e sua exequibilidade será maior e melhor, desde que os planos sejam frutos da integração de conhecimentos e interesses de todas as forças atuantes na sociedade.

Os problemas ambientais existentes em áreas urbanizadas são de tamanha ordem de grandeza, que comprometem o uso dos recursos naturais e refletem uma intensa diminuição da qualidade de vida, tanto da população que reside nas áreas de proteção, quanto aquela que se utiliza das águas cada vez mais contaminadas pelos esgotos, lixos e sedimentos.

O processo de expansão urbana tem desconsiderado as características dos fatores naturais e impõem o mais severo e complexo conjunto de modificações diretas e indiretas ao meio físico e biótico, ultrapassando, desta forma, seus limites de tolerância.

Neste sentido, a natureza é agredida pela ação humana que procura adaptá-la de acordo com suas necessidades. Contudo, o meio físico é o componente ambiental que, mesmo modificado em suas características e mecanismos naturais, persiste interagindo e condicionando grande parte das alterações ambientais. Não é um sujeito passivo e responde freqüentemente de modo agressivo aos abusos sofridos pela degradação de seus componentes.

Deste modo, a pressão exercida pela expansão urbana desencadeou forte processo de ocupação em áreas restritivas, sem que nenhuma providência de caráter protecionista fosse tomada.

Em síntese, os problemas ambientais e sociais existentes nas áreas de proteção aos mananciais refletem, de um lado, a incapacidade do poder público de fazer cumprir a lei, e de outro, o fato de que onde prevalece um elevado estado de miséria, as questões de moradia e da sobrevivência são prioritárias. Não resolve absolutamente nada a existência de magníficas leis e normas de uso do solo urbano, quando além de problemas ambientais, uma grande parte da população enfrenta o grande problema de conseguir um lugar para morar e um modo qualquer para continuar a existir.

Assim sendo, a questão da qualidade dos recursos hídricos para abastecer aproximadamente 18 milhões de habitantes da região metropolitana de São Paulo, também passa pela problemática de se encontrar uma solução que contemple mais de 700 mil habitantes que residem legal ou ilegalmente nas áreas definidas como de proteção aos mananciais.

Qualidade das águas subterrâneas

As águas subterrâneas, normalmente consideradas de melhor qualidade na região metropolitana, apresentam vários problemas, sobretudo nas áreas mais adensadas pela urbanização. Neste sentido, o resultado parcial de pesquisa efetuada por Ross (1981) mostra por meio de tabela síntese que a somatória e as porcentagens dos elementos que participam da análise de uma amostra d'água que ultrapassaram o padrão de potabilidade, tanto para os poços comuns e nascentes como para os poços artesianos e semi-artesianos, no período de 1971 a 1975, para a região metropolitana.

Essas porcentagens foram calculadas a partir do número total de amostras desse período e o número de vezes que cada elemento analisado, em cada amostra d'água, apareceu ultrapassando os limites estabelecidos por lei, contribuindo assim para tornar a amostra não potável. Para poços comuns e nascentes foram

utilizados os valores de 1.184 amostras que foram aproveitadas no período de 1971 a 1975, incluindo-se todas as zonas. Foram feitas as contagens de cada elemento, ou seja de quantas vezes cada elemento apareceu ultrapassando o limite padronizado e a partir daí, fez-se os cálculos das porcentagens, avaliando-se assim o índice de participação de cada elemento na condenação d'água. Encontraram-se para poços comuns e nascentes os seguintes resultados: Aspecto 17%; Odor 2%; Cor 7%-; Turbidez 7%-; Resíduo Seco 1%; pH 3%; Dureza de Carbonatos 8%; Alcalinidade de Bicarbonatos menos de 1%; Oxigênio Consumido 3%; Nitrogênio Amoniacal 14%; Nitrogênio Nítrico 60%; Ferro 12%; Cloretos 10% e o número mais provável de Coliformes 58%. Portanto, os quatro índices mais elevados e de maior significado são os de Aspecto, Nitrogênio Amoniacal; Nitrogênio Nítrico e os Coliformes. Como o Aspecto é um elemento de análise representativo dos dados físicos das amostras d'água, na representação cartográfica preferiu-se optar apenas pelos outros elementos que se referem à análise química e bacteriológica, que são de maior interesse em função da saúde humana.

Para os dados de poços artesianos e semi-artesianos os resultados são mais modestos, tanto para os valores absolutos quanto para os relativos. Assim, para o período de 1971 a 1975 há apenas 546 amostras deste tipo de manancial, que puderam ser aproveitadas para este fim. Em exame imediato da tabela pode-se perceber que os índices percentuais dos elementos de análise que passaram o padrão estabelecido, são bem menores, comparando-se com os poços comuns e nascentes. O índice mais elevado atingido pelos poços artesianos foi relativo ao Aspecto, com 20% das amostras condenadas por apresentarem aspecto insatisfatório. Os demais mostram índices menores, tal como segue: Odor, zero por cento; Cor 8%; Turbidez 13%; pH zero por cento; Dureza total 3%; Oxigênio consumido 1%; Nitrogênio Amoniacal 1%; Nitrogênio Albuminóide, 1%; Nitrogênio Nítrico 13%, Ferro 19%; e o Número Mais Provável de Coliformes 10%. Deve-se lembrar, entretanto, que os poços artesianos apresentam índice percentual elevado de caráter físico quanto ao aspecto é muito parecido com o índice do ferro, ou seja, respectivamente 20 e 19%. Isto se explica pelo fato de que todas as amostras d'água de poços artesianos que apresentam excessiva dosagem de ferro são águas que se mostram com o aspecto amarelado, daí ter-se o índice do ferro e o Aspecto com valores muito próximos. Portanto, os valores mais expressivos são o do aspecto, o da turbidez (que também está muito relacionada com o aspecto); o nitrogênio nítrico, o ferro e o número mais provável de Coliformes.

Levando em conta que os dados de análise d'água que podem oferecer maior preocupação à saúde, são os químicos e os bacteriológicos, fez-se uma avaliação das amostras de poços artesianos e semi-artesianos e separadamente

de poços comuns e nascentes significativos quanto à freqüência na condenação da água de cada um destes mananciais (parte química e bacteriológica). Assim, para os poços e nascentes foram considerados os três elementos mais importantes: o nitrogênio nítrico, o nitrogênio amoniacal e os coliformes. Para os poços artesianos semi-artesianos foram considerados os elementos: nitrogênio nítrico, ferro e coliformes.

[Tabela 2] Índices de Participação dos Elementos de Análise na Condenação das Amostras para o Período de 1971 a 1975

| Elementos | Poços comuns e nascentes | | Poços artesianos e semi-artesianos | |
|---|--------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| | Total | Porcent. | Total | Porcent. |
| Aspecto | 198 | 17 | 111 | 20 |
| Odor | 13 | 2 | 1 | 0 |
| Cor | 85 | 7 | 46 | 8 |
| Turbidez | 69 | 7 | 69 | 13 |
| Resíduo Seco | 16 | 1 | 0 | 0 |
| pH | 29 | 3 | 1 | 0 |
| Alcalin.Bicarb. | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Dureza Carbonato | 84 | 8 | 0 | 0 |
| Dureza Total | 0 | 0 | 18 | 3 |
| Gás Carbônico | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oxigênio Consumido | 37 | 3 | 5 | 1 |
| Nitr. Amoniacal | 165 | 14 | 17 | 3 |
| Nitr.Albuminóide | 118 | 10 | 5 | 1 |
| Nitr.Nitroso | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Nitr.Nítrico | 708 | 60 | 72 | 13 |
| Ferro | 150 | 12 | 106 | 19 |
| Cloretos | 126 | 10 | 13 | 2 |
| N.M.P.Coliformes | 682 | 58 | 56 | 10 |
| Total de Amostras (1971 a 1975) de poços comuns e nascentes= 1.184 | | | | |
| Total de Amostras (1971 a 1975) poços artesianos. e semi-artesianos = 546 | | | | |

Nas amostras dos poços comuns e nascentes, o nitrogênio nítrico sempre se mostrou muito freqüente na condenação das amostras. Desde o ano de 1959 até 1975 os índices percentuais sempre foram superiores a 42% e, em 1961 e 64% em 1975. Já o nitrogênio amoniacal sempre apresentou uma participação bem inferior. Em 1959 e 1960 apresentou valor de 17%, chegando a 23% em 1970 e 1972. Por outro lado, tanto os coliformes, como o nitrogênio nítrico, também sempre mostrou participação elevada, na condenação das amostras. O menor valor ocorreu em 1970 com apenas 19%, entretanto, normalmente os valores estiveram acima de 59%, chegando a atingir 65% em 1972 e 64% em 1974.

Para os poços artesianos, os valores são baixos. Então, estabeleceu-se maior interesse para o nitrogênio nítrico, ferro e coliformes. Esses elementos, entretanto, em 1959 tiveram 100% de participação na não-potabilidade, mas isto para um total de apenas duas amostras, o que realmente não tem significado estatístico. Assim, estes elementos só apresentam resultados mais significativos a partir de 1970. Isto porque no período de 1959 à 1970 o número de amostras de poços artesianos analisados pelo Instituto Adolpho Lutz é muito pequena e portanto de baixo valor estatístico. A partir de 1971, o nitrogênio nítrico apresenta um índice de participação normalmente acima de 10%, atingindo até 17% em 1975. Esses valores, comparados com os dos poços comuns e nascentes, são realmente bastante baixos, no caso do ferro, o índice de participação sempre esteve acima de 10%, a partir de 1971. Este elemento tem grande participação na não-potabilidade dos poços artesianos, principalmente em função da presença de encanamentos oxidados, por se encontrarem envelhecidos. Assim, tem-se o ano de 1971 com 11% e 1972 com 12% e atingindo um máximo de 27% em 1975.

Os coliformes também tiveram uma participação semelhante ao do nitrogênio nítrico. Quase sempre os valores foram baixos comparando-os com os dos poços comuns. Assim, em 1971 com 1%, 1973 com 9% e atingiu o valor máximo de 13% em 1975.

Esta pesquisa revelou uma série de outros resultados que confirmam ser a forma de urbanização a causa fundamental da má qualidade d'água subterrânea da Grande São Paulo. Entre esses resultados estão os dos poços comuns e nascentes que apresentam índices de não-potabilidade quase sempre superiores a 60%, mas que chegam a **atingir em algumas zonas a 90%**. Outro resultado é de que os elementos de análise **que mais freqüentemente interferem na qualidade da água dos poços comuns e nascentes são o nitrogênio nítrico**, e os coliformes, secundariamente o nitrogênio amoniacal. Isto demonstra claramente a interferência das fossas sépticas, e dos esgotos a céu aberto na contaminação do lençol freático. Já os elementos de análise que com maior freqüência condenam a qualidade da

água dos poços artesianos e semi-artesianos é o ferro, seguido a distância pelo nitrogênio nítricos e coliformes, que mantêm índices muito semelhantes. Enquanto o ferro pode atingir em algumas zonas índices superiores a 40%, o nitrogênio, nítrico e os coliformes geralmente mostram valores inferiores a 20%. Estes resultados são indicadores de que as águas profundas são menos atingíveis pelos resíduos e bactérias existentes nos esgotos e fossas sépticas. Evidentemente que a forte presença do ferro em muitas das amostras não está diretamente vinculada ao problema da forma de urbanização, mas sim com a idade dos encanamentos.

Conforme pode-se constatar, as águas subterrâneas não só tem problemas de quantidade, mas sérios problemas de qualidade, devido à grande carga de poluição que os solos e sub-solos recebem dos esgotos e lixos da cidade

Excedentes das Águas no Verão e as Inundações e Deslizamentos de Terras em São Paulo

Área Metropolitana, as águas e os riscos naturais

Dois problemas graves relacionados aos riscos naturais se manifestam em todo período de verão com as chuvas intensas e concentradas, quais sejam: as inundações e os deslizamentos de terra. Esses eventos causam grandes prejuízos econômicos, muitos transtornos e sofrimentos à sociedade como um todo, mas, sobretudo às populações de baixa renda que residem nas já muito bem conhecidas "áreas de riscos". Esses problemas, entretanto, não podem ser atribuídos somente aos responsáveis pela administração pública, ou ao clima ou ainda à sociedade que acaba por habitar essas áreas. Na realidade é uma questão complexa, que envolve tanto aspectos da natureza como aspectos da sociedade em diferentes níveis.

As condições climáticas, típicas de climas tropicais úmidos com distribuição anual predominantemente concentrada nos meses quentes de verão, completam o estado geral dos riscos naturais acentuados pelas inserções dos seres humanos, que são as principais vítimas delas mesmas. Cabral (1997), ao pesquisar as alterações climáticas na Cidade de São Paulo, demonstrou com as análises exaustivas sobre o comportamento das chuvas nos últimos 100 anos que estas, vêm progressivamente aumentando seu total anual. Enquanto os totais anuais em geral atingiam um valor mediano de 1300mm/a no primeiro quartel do século XX com picos de no máximo 1500mm/a, na segunda metade desse mesmo século os valores médios anuais estão ao redor de 1500mm/a com

picos que alcançam mais de 2000mm/a. Essa mesma pesquisa, coloca em evidência, que mesmo no período de estiagem (meses mais secos), que se estendem de abril a setembro, observa-se uma pequena tendência de aumento de volume de chuvas, variando de 300mm/ (abril a setembro), no início do século e chegando a valores próximos de 400mm mais no final do século. Fato semelhante observa-se para os meses chuvosos que se estendem de outubro a março, quando os valores oscilavam para totais abaixo de 1000mm e que mais recentemente atingem totais entre 1000-1100mm/(outubro-março).

Uma outra pesquisa, desenvolvida por Alves Filho (1996), a respeito dos Episódios Pluviais Intensos na Região Metropolitana de São Paulo, que, ao pesquisar o período de 1982 a 1991, revela informações importantíssimas para entender o porquê da impetuosidade das inundações. Ao espacializar dados de episódios de chuvas ou de dias chuvosos máximos na Região Metropolitana, mostra, que ocorrem células pluviométricas, que atingem de 60 a 220mm/dia, sendo que em um único episódio pode ocorrer chuva de 30 a 50mm. Para ilustrar, toma-se como exemplo dia 02 de fevereiro de 1983, em que o volume de chuvas na região oscilou entre 120 e 220mm/dia, apresentando concentrações maiores no Centro da Cidade de São Paulo e nas bordas mais altas do relevo que rodeia a cidade, onde estão as nascentes de grande parte dos córregos tributários dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduatéi. Exemplos, semelhantes a este, são inúmeros ao longo do período pesquisado, e que se repetem várias vezes no período de verão de cada ano. A cada episódio dessas chuvas, o caos se instala na Cidade, em função dos mais de 400 pontos de inundações cadastrados, sem contar que grande parte das vias expressas foram construídas nas margens dos rios e córregos e que, ao sofrerem transbordamento interrompem o fluxo dos veículos e o transporte praticamente pára por algumas horas. Em algumas áreas, onde o refluxo das inundações é mais lento, nos episódios mais intensos chega-se a uma dezena de horas de interrupção de tráfego e freqüentemente o isolamento ou como se costuma dizer "pessoas e veículos ilhados no trânsito".

Crescimento Populacional Urbano Intenso: mais problemas para a Cidade

A "mancha urbana" que as imagens de satélite revelam para a Região Metropolitana é surpreendente, pois se estende por mais de 70 km no sentido leste-oeste e em torno de 40 km de norte a sul. Considerando as irregularidades espaciais do território urbanizado, dos 8500km² que compreende

os 39 municípios da região, 1500km², correspondem as áreas urbanizadas contínuas. Assim sendo, 20 dos 39 municípios têm suas áreas urbanas conurbadas, ou seja, constituem um continuum urbano quase que totalmente impermeabilizado na alta bacia do rio Tietê e de seus maiores afluentes de alto curso, os rios Pinheiros e Tamanduatéi. Somente a Capital, cujo Município tem extensão de 1500km², apresenta 1000km² de área urbana. Dados estatísticos do IBGE e da Prefeitura Municipal de São Paulo revelam que a capital paulista passou de 100.000 habitantes em 1900 para 10 milhões de habitantes no ano de 2000, com um crescimento acentuado a partir da década de 1970, quando tinha em 1973 um total populacional de 6,6 milhões. Nos últimos dez anos do século XX, a Cidade diminuiu seu ritmo de crescimento, em compensação a Região Metropolitana, passou de 15,2 milhões de habitantes em 1991, para 17,8 milhões em 2000. A redução da taxa de crescimento populacional da cidade de São Paulo tem várias explicações, mas uma delas é, certamente, o fato de que nas cidades periféricas à capital, o custo das moradias, tanto para aquisição como para aluguel são mais acessíveis, o que atrai a população de renda mais baixa.

Há duas alternativas principais para as famílias/pessoas de baixa renda residirem na Região Metropolitana, ou optam por morarem muito afastadas do Centro da Cidade (entenda-se a Cidade como sendo a Capital), e nas periferias constroem suas pequenas casas de alvenaria, que levam anos para concluir (são as moradias de autoconstrução), ou se instalam mais próximo do Centro e de bairros de maior poder aquisitivo em barracos de madeira, metal, plásticos, (conhecidos como favelas), construídos sob viadutos, pontes, margens de rios entre as vias expressas e o leito fluvial, ou ainda em terrenos extremamente inclinados, que foram impedidos de serem legalmente ocupados, por oferecerem altos riscos aos deslizamentos de terra. Há ainda uma terceira alternativa, que são as habitações coletivas, que ocorrem nos casarios velhos, que por serem grandes, transformam-se nos cortiços, onde vivem várias famílias amontoadas e compartilhando de forma insatisfatória os cômodos das residências centenárias, da época de ouro do café.

A Cidade de São Paulo tem aproximadamente 30% de sua população, ou seja mais de 2,7 milhões de pessoas, vivendo em favelas, cortiços e habitações de periferia que oferecem altos riscos à vida e a saúde em geral, e ocupam quase que generalizadamente áreas ilegais. Calcula-se em aproximadamente 1,6 milhão de pessoas que residem nas favelas, e esse número têm crescido assustadoramente, veja-se o quadro que se segue:

|Tabela 3| Crescimento Populacional da Cidade de São Paulo

| Ano | Número de habitantes |
|------|----------------------|
| 1900 | 100.000 |
| 1973 | 6.600.000 |
| 1990 | 9.500.000 |
| 2000 | 11.000.000 |

|Tabela 4| Crescimento Populacional da Região Metropolitana

| Ano | Número de habitantes |
|------|----------------------|
| 1991 | 15.199.423 |
| 1996 | 16.583.234 |
| 2000 | 17.800.000 |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO/SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE, 1993 e IBGE, 2000.

|Tabela 5| Taxas de crescimento populacional da Cidade de São Paulo

| Anos | Na Cidade | Nas Favelas |
|---------|-----------|-------------|
| 1973/75 | 4,44% | 22,75% |
| 1975/79 | 3,15% | 22,79% |
| 1979/85 | 3,14% | 12,42% |
| 1985/87 | 2,55% | 13,64% |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO/SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE.

|Tabela 6| Sítios de localização das favelas

| Localização | Numero Absoluto | % do Total |
|-----------------------------------|-----------------|------------|
| Margens de rios e córregos | 783 | 49,3% |
| Altas declividades (acima de 30%) | 466 | 29,3% |
| Sobre lixões e aterros sanitários | 30 | 0,9% |
| Áreas verdes institucionais | | 0,9% |
| Não Identificados | | 20,06% |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO/SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE.

Diante dos dados expostos é, portanto, de se esperar que as inundações e os escorregamentos/deslizamentos de terra atingem generalizadamente toda a população metropolitana, mas afeta com maior intensidade e com maior gravidade as pessoas/famílias, que vivem nos ambientes de maior risco, com destaque para a população favelada, as quais, conforme indica a tabela abaixo, pelo menos 1/3 é anualmente atingidos várias vezes pelos episódios de chuvas intensas e as conseqüentes inundações.

|Tabela 7| Favelas e as inundações

| | |
|---|-----------------------|
| Favelas que sofrem inundações mais freqüentes | 512 ou 32,2% do total |
| Favelas que sofrem com deslizamentos | 385 ou 24,2% do total |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO/SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE.

Chama também a atenção a carência por moradias decentes, decorrentes da valorização das terras urbanas frente ao acentuado processo de transferência induzida de populações rurais e, sobretudo de regiões menos desenvolvidas do país, para os grandes e médios centros urbano-industriais. Neste pro-

cesso, crescem as favelas, que se instalam preferencialmente nas terras públicas urbanas e secundariamente nas terras privadas que apresentam problemas de legalização de documentação, sobretudo por herança, e nos loteamentos novos, que ao obedecerem às normas legais deixam áreas verdes institucionais, que acabam por se transformarem em terrenos baldios e, progressivamente, vão sendo ocupados por barracos, conforme ilustra a tabela que se segue:

[Tabela 8] Favelas e as propriedades das terras urbanas

| | |
|---|-----|
| Terras públicas (federais, estaduais, municipais) | 65% |
| Terras particulares | 18% |
| Áreas verdes institucionais-loteamentos | 9% |
| Não Identificados | 8% |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO/SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE.

Outra variável importante: a alta impermeabilização do solo

A “mancha urbana” de 1500km² apresenta uma alta densidade demográfica média, que ultrapassa 11.800hab/km², e que conseqüentemente deixa muito pouco espaço para áreas verdes não impermeabilizadas e ainda disputa espaço com aproximadamente 5 milhões de veículos. Esta elevada densidade demográfica, obviamente, reflete-se em todos os segmentos e equipamentos urbanos de interesse coletivo/público, que estão permanentemente saturados e incapacitados de oferecer bom atendimento à população. Para completar o caos social, em que vive parcela significativa da população metropolitana, o adensamento urbano e a alta taxa de impermeabilização dos solos, agravam os problemas já pré-existentes com o escoamento das águas pluviais.

Se em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos, já apresentavam problemas de escoamento superficial das águas das chuvas, na medida em que a urbanização/impermeabilização foi se ampliando as dificuldades de escoamento foram-se acentuando, apesar de todas as medidas de engenharia civil adotadas. A expansão das áreas de inundações, que têm crescido rapidamente, registrando-se

em 1979, 125 locais com inundações temporárias de ocorrências freqüentes no período chuvoso, chegando-se a mais de 400 locais identificados em 1992, apesar das retificações dos canais dos rios Tietê, ou seja, Pinheiros, e canalização do rio Tamanduateí e dos córregos Pirajuçara, Aricanduva, Águas Espriadas, Cabuçu de Cima, Cabuçu de Baixo, entre inúmeros outros menores. Outro fato, que desperta a atenção, é com relação à vazão fluvial no ponto mais ocidental da bacia do alto Tietê na Região Metropolitana de São Paulo, na localidade da barragem Edgard de Souza no Município de Santana de Parnaíba. Nos picos de chuvas, que também coincidem com os picos de inundações nas cidades, a vazão do rio Tietê aumentou de 175m³/s registrado em 1899, para 1209m³/s ocorrido em 1988.

A tabela 10 ilustra bem o crescimento da vazão ao longo destes quase 100 anos, demonstrando que apesar de todo o esforço de melhorar a capacidade de vazão, o processo de impermeabilização tem ganhado a corrida. Enquanto a ONU - Organização das Nações Unidas, recomenda uma taxa de área verde por habitante da ordem de 12m²/hab. A área urbanizada da Cidade de São Paulo apresenta um índice da ordem de 3,59m²/hab de áreas verdes públicas, e de 5,52m²/hab, tomando-se tanto as áreas verdes públicas quanto as particulares (incluindo os gramados e a arborização de quintais e calçadas). As tabelas, que se seguem ilustram esses fatos.

[Tabela 9] Pontos de inundações/alagamentos na Cidade de São Paulo

| | |
|------|------------|
| 1979 | 125 locais |
| 1982 | 246 locais |
| 1992 | 400 locais |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 1993.

[Tabela 10] Vazões do Tietê em episódios de enchentes - Santana de Parnaíba, Barragem Edgard de Souza

| | | | |
|------|----------------------|------|------------------------|
| 1899 | 175m ³ /s | 1900 | 462m ³ /s |
| 1923 | 358m ³ /s | 1929 | 521m ³ /s |
| 1982 | 755m ³ /s | 1983 | 832m ³ /s |
| | | 1988 | 1.209m ³ /s |

Fonte: DAEE-Departamento de Águas e Esgotos do Estado de São Paulo, 1988.

|Tabela 11| Índices de áreas verdes Cidade de São Paulo

| | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Praças, Jardins, Canteiros | 10.617.309m ² | 0,99m ² /hab. |
| Parques Municipais | 14.873.383m ² | 1,30m ² /hab. |
| Parques Estaduais | 14.756.556m ² | 1,30m ² /hab. |
| Total das áreas verdes públicas | 40.847.278m ² | 3,59m ² /hab. |

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO, 1990.

|Tabela 12| Dados do Mapeamento por Satélite – Áreas Públicas e Privadas Cidade de São Paulo.

| | |
|--|--|
| População | 11.380.300 hab. |
| Área urbana | 91.024 há ou 91.024.000 m ² |
| Área arborizada-cidade | 6.279 há ou 6.279.392 m ² |
| Índice de arborização | 5,52m ² /hab. |
| Índice de área verde por habitante/m ² : ONU-12m ² /hab. | |

Inundações: problema urbano de baixa frequência e grandes efeitos

Conforme apresentação dos dados acima pode-se afirmar que as inundações têm causas naturais e antropogênicas:

Causas Naturais:

- Relevos de planícies marginais aos rios e córregos e vales estreitos em relevos de morros ocupados pelas cidades da região metropolitana;
- Índices pluviométricos elevados com episódios de chuvas concentradas no verão: índices anuais em torno de 1500mm/a; 70% concentradas entre 5 a 6 meses outubro a abril, podendo ocorrer mais de 120mm/dia ou 8% do total anual; mais de 30mm/ em um único episódio de chuva (de 30 a 60 minutos); mais de 110mm/ por 4 horas seguidas de chuva.

Causas Humanas:

- Ocupação urbana das planícies e fundos de vales planos e estreitos;
- Remoção total da cobertura vegetal natural e baixa taxa de áreas verdes;
- Impermeabilização excessiva da superfície das terras ocupadas/urbanizadas;
- Estrangulamento do leito menor e maior dos rios e córregos por aterros para construção de plataformas de ruas e avenidas;
- Estrangulamento do leito menor com construção de pontes de vão subdimensionado ou ainda com instalação de tubulações de diâmetro inadequado;
- Diminuição do espaço de vazão do leito menor por intenso processo de assoreamento;
- Estrangulamento do fluxo de vazão pelo acúmulo de lixo, sobretudo, doméstico atirados aos rios e córregos ou não recolhido adequadamente pelo serviço público municipal de coleta de lixo.
- Galerias de águas pluviais entupidadas por acúmulo de lixo;
- Construções impróprias de ruas, avenidas e passagens sob pontes nos fundos de vales e avenidas marginais;
- Sistema de utilização das águas do alto Tietê, desde 1901 com aprimoramento em 1927, com construção de barragens, estações elevatórias, reversão do fluxo do Rio Pinheiros e geração de energia elétrica na baixada Santista.

Escorregamentos de terra: problema de ocorrência pontual e disseminados pela periferia da Cidade

Os escorregamentos ou movimentos de massa são muito frequentes nas áreas tropicais úmidas que apresentam relevos montanhosos ou em formas de morros com vertentes muito inclinadas e que tenham, sobretudo, passado por algum tipo de intervenção humana. De qualquer modo, lista-se as situações naturais em que os escorregamentos ou deslizamentos mais frequentemente ocorrem:

- A desestabilização das vertentes com escorregamentos é precedida de vários dias chuvosos (4 a 7 dias seguidos), acompanhados de episódios de chuvas de alta intensidade e volume. (acumulado de mais de 100mm/dia e culminando com episódios de 20, 30 ou 40mm/hora).
- Relevos com vertentes muito inclinadas no intervalo de 15° até 35/40° (acima de 40° há menos cobertura pedológica e menor frequência de escorregamentos, muito embora possa ocorrer deslocamento de blocos rochosos);

- Nos setores muito inclinados de vertentes onde aflora o lençol freático;
- Nas vertentes com produtos de alteração localizadas em áreas com rochas com forte cisalhamento estrutural (falhas/fraturas/milonitização).
- Nas vertentes com produtos de alteração desenvolvidos sobre rochas fortemente bandeadas, como micaxistos, filitos, migmatitos bandados e gnaisses bandados;
- Nas vertentes muito inclinadas em que há certa coincidência (“paralelismo”) entre a morfologia do terreno e o plano de mergulho das litoe estruturas
- Nas vertentes muito inclinadas com solos rasos assentados diretamente sobre superfície rochosa maciça (granitos, gnaisses pouco alterados com tênue cobertura parcial de solos rasos) a água gera superfície de lubrificação e facilita o escorregamento.
- Nas vertentes muito inclinadas onde os produtos de alteração (sobretudo horizonte C) apresentam significativa participação do silte (15 a 20%)
- Nas vertentes muito inclinadas onde a cobertura florestal pereceu (Mata Atlântica em Cubatão-SP) e as raízes apodrecidas funcionam como dutos que favorecem a infiltração das águas de chuvas saturando o solo. Isto também ocorre nas áreas de cultivo de bananas na Serra do Mar.

Deslizamentos induzidos pela ação humana

Os deslizamentos induzidos são freqüentes:

- Nas vertentes muito inclinadas com cortes geralmente superiores a 1,50m que ultrapassam o horizonte B (mais argiloso e ferruginizado) e atingem o horizonte C (mais siltoso e arenoso com materiais de baixa coesão e muito friável).
- Nos cortes em baixas vertentes com solos saturados pelas águas do freático, cujo fluxo subterrâneo é interrompido, por exemplo, por muros de arrimo, gabiões ou paredes de concreto atirantado.
- Nos cortes em vertentes com solos profundos (latossolos) argilosos de alta porosidade com fluxo subterrâneo interrompido / dificultado por camadas impermeabilizadas / muros / paredes / mantas de concreto.
- Nas seqüências de cortes e aterros conjugados em vertentes muito inclinadas para construção de plataformas, para edificação de residências (tipo autoconstrução nas periferias) em terrenos do embasamento cristalino com relevos em forma de morros.

- Cortes e aterros artesanais e de arranjo espacial caótico em vertentes de altas declividades (morros, cabeceiras de drenagens), geralmente ocupadas por alta densidade de barracos construídos de materiais diversos— compondo os bairros favelas, onde não há nenhuma prevenção com as águas servidas que potencializam o problema dos escorregamentos.
- Em áreas ocupadas caoticamente por barracos construídos em aterros lançados e constituídas por materiais heterogêneos (lixos orgânicos, plásticos, entulhos, madeiras, restos de vegetais-árvores, galhos, folhas).

Os escorregamentos/deslizamentos que ocorrem na Região Metropolitana de São Paulo, podem ser classificados em dois ambientes distintos: os que ocorrem nas favelas, e os que acontecem nos bairros periféricos, onde prevalecem as autoconstruções:

Nas favelas, os escorregamentos estão associados sobretudo, ao fato de que as precárias habitações estão em áreas de uso transgressivo às legislações urbanas e ambientais, freqüentemente estando:

- Instaladas em terrenos de altas declividades, geralmente áreas públicas ou áreas verdes institucionais que não foram devidamente utilizadas;
- Instaladas em cabeceiras de drenagem em terrenos muito inclinados e úmidos;
- Instaladas sobre aterros lançados constituídos de material heterogêneo (lixo, entulho, madeira usada, resíduos vegetais) mal compactado e mal drenados.

Os escorregamentos nos bairros de periferia ocorrem geralmente em relevo de morros com vertentes muito inclinadas e edificações de tipo autoconstrução. Isto acontece porque a Cidade cresceu descontroladamente para além das áreas da bacia sedimentar de São Paulo (relevo de colinas e patamares planos) para áreas de morros com vertentes muito inclinadas esculpido em rochas cristalinas de diferentes formações, onde as características naturais são:

- Apresentar rochas cristalinas e cristalofílicas (migmatitos, gnaisses, micaxistos, filitos, e granitos);
- Constituir solos espessos até 20 metros profundidade com as seguintes características gerais:
 - Horizonte B—espessura de 0,50 a 2,00m; material argilo-arenoso com alta coesão das partículas fornecida pelos precipitados do óxido de ferro que cimentam os grãos de argila e areia fina.
 - Horizonte C: espessura de 2,0 a 20 metros constituindo-se nos alteritos da rocha matriz; que tende a conservar a mesma estrutura da

rocha matriz; minerais primários em processo de transformação para minerais secundários (feldspatos, micas, quartzo, entre outros, transformando-se nas areias, siltes e argilas). Dependendo da rocha matriz e do estado de alteração, apresenta maior ou menor presença de silte, areias e argilas; características mecânicas dos materiais com baixa coesão entre as partículas e alta fragilidade a ação mecânica das águas, quando exposto a céu aberto, o material é muito permeável e poroso face à desmineralização e perda dos minerais solúveis e ainda baixa agregação do ferro residual (perda por dissolução do Cálcio, Magnésio, Potássio, Fósforo, entre outros). Nessas condições naturais, os fatores indutores dos escorregamentos são:

- Modificações geométricas das vertentes por cortes e aterros conjugados;
- Sobrecargas de depósitos detríticos lançados sobre as vertentes criando superfícies de descontinuidade entre o aterro e a superfície anterior do terreno;
- Lançamento inadequado das águas servidas;
- Infiltrações laterais a partir de fossas sanitárias;
- Saturação dos solos com infiltrações a partir de vários dias de chuvas intensas e constantes ao longo do dia;
- saturação dos solos por infiltrações a partir de vazamentos da rede de água e esgoto. Exemplo:

Para ilustrar o problema dos escorregamentos/deslizamentos na Cidade de São Paulo, tem-se para o período de setembro de 1994 a março de 1995 o registro de 473 ocorrências, sendo que somente na Regional do Campo Limpo (um dos bairros grandes e novos da Cidade), correspondeu a 31% do total. Desse total de ocorrências, 45% são associados a acidentes com escorregamentos de terra.

Como diminuir os efeitos catastróficos

É evidente que os problemas ambientais urbanos da Região Metropolitana de São Paulo, no que se refere especificamente às inundações e escorregamentos/deslizamentos de terra, são no aspecto humano e econômico, catastróficos, pois além de causarem grandes prejuízos econômicos tanto ao poder público, quanto à sociedade como um todo, ainda todos os anos perdem-se

muitas vidas humanas, vítimas dos soterramentos e afogamentos por águas e lamas, além de muitas famílias ficarem sem suas precárias habitações. Para tentar resolver esses problemas, que são gigantescos, o governo estadual, em parceria com a Prefeitura de São Paulo, desenvolve também com muitas dificuldades, o Projeto Alto Tietê, cuja premissa básica é a recuperação ambiental da região, onde se destacam as obras contra as inundações e implantação da rede de esgotos e estações de tratamento, estando previsto investimento de alguns bilhões de dólares. Entre as ações que lentamente vão sendo desenvolvidas, estão:

Ações Estruturais:

- 1 - Primeira Fase: aprofundamento do leito e alargamento do rio Tietê da foz do rio Pinheiros até a barragem Edgard de Souza, aumentando a capacidade de vazão de 700 para 1400m³/seg, já concluído;
- 2 - Segunda Fase: alargamento e aprofundamento do leito do rio Tietê – da foz do rio Pinheiros para montante até o bairro da Penha – aumento da capacidade de vazão para 1200m³/seg, em execução;
 - Canalização e construção de galerias de águas pluviais em 51 Km de córregos parcialmente executado;
 - Nas 22 sub-bacias do alto Tietê 330km de córregos que precisam receber obras de canalização estrutural;
- 3 - Investimentos com despesas anuais com limpeza/desassoreamento dos leitos dos rios Tietê e Pinheiros:
 - volume de resíduos retirados 4.500.000m³/ano;
 - tipos de resíduos – 95%–materiais detríticos (lamas e areias);
 - 3% resíduos de material de construção;
 - 2% plásticos, pneus, metais e madeiras;
- 4 - Despesas anuais gerais para limpeza dos córregos do Município de São Paulo;
- 5 - Despesas para limpeza/desassoreamento do alto Tietê – U\$106 milhões de dólares/ano;
- 6 - Obras e Serviços Complementares;
 - limpeza e redimensionamento das galerias pluviais,
 - limpeza e desassoreamento das galerias e córregos.
 - Obras para retardamento dos fluxos de águas pluviais nas vertentes e cabeceiras:
 - A) Contenção dos fluxos das águas pluviais na origem:
 - indução a infiltração/percolação-revegetação;
 - contenção temporária com micro-reservatórios reguladores;

B) Reservatórios de Grande Capacidade de Retenção Temporária:

- Primeiro - Reservatório do Pacaembu - concluído;
- Segundo - Reservatório das Águas Espraiadas - concluído;
- Terceiro - Complexo da Bacia do Aricanduva - Projeto iniciado.

| Tabela 13 | Reservatórios de Contenção Temporária na bacia do Aricanduva

| Localização | Capacidade |
|---|-------------------------|
| Aricanduva I | 298.545m ³ |
| Aricanduva II | 206.000m ³ |
| Aricanduva III | 341.480m ³ |
| Limoeiro | 426.430m ³ |
| Caguaçu | 489.155m ³ |
| Total para a bacia | 1.762.210m ³ |
| Vazão máxima estimada com toda bacia urbanizada-1.870.000m ³ /seg. | |

C) Construção de diques marginais ao longo do rio Tietê nos pontos críticos:

Ex: ponte das Bandeiras e Ponte do Anhanguera, já executados.

D) Construção conjugada de diques com pontos de fuga e reservatórios laterais:

Ex: ponte da Casa Verde, já executados.

Como se pode ver, pelos números e pelas intenções dos programas e projetos, há necessidade e interesse em se resolver grande parte dos problemas sócio-ambientais, que afetam os residentes da região metropolitana, mas o tempo, os custos e as discontinuidades político-administrativas que se refletem nos projetos são os grandes inimigos dos cidadãos metropolitanos.

Considerações finais

As águas da cidade obedecem rigorosamente às imposições das ações humanas de alto impacto. Elas indicam a qualidade ambiental de uma determinada região. A concentração demográfica elevada em áreas de cabeceiras de drenagem, ainda que seja de um grande rio como o Tietê, acaba por trazer complicações para grande extensão da bacia hidrográfica.

Pode-se sintetizar que não falta água na Grande São Paulo, mas que é necessário melhor administrá-la. Os volumes de águas precipitadas sobre a cidade nos meses de verão, escoam-se na superfície do solo quase que totalmente, face à alta impermeabilização. Por essa razão, ainda causam fortíssimas inundações, promovem escorregamentos de terra e grandes transtornos e prejuízos aos habitantes da Cidade.

A qualidade das águas é péssima. As águas de superfície dos rios Tietê e de seus tributários de alto curso são totalmente poluídas pelos resíduos líquidos e sólidos nelas descartados e que transformaram estes rios em verdadeiros canais de esgoto a céu aberto. As águas dos reservatórios Guarapiranga e Billings ou Rio Grande, estão totalmente eutrofizadas por poluentes diversos mas, sobretudo, de origem doméstica devido à ocupação desordenada, irregular e até clandestina das áreas de proteção aos mananciais.

No período de inverno a baixa renovação das águas facilita o desenvolvimento de algas, que as tornam de coloração verde, indicando altas taxas de eutrofização. A deficiência de água de boa qualidade e quantidade na alta bacia do Tietê, obriga a importação de águas das altas bacias vizinhas.

Por outro lado, as águas subterrâneas além de não estarem sendo repostas com a mesma intensidade com que são exploradas, também dá sinais claros de perda de qualidade e quantidade. Assim, as águas do alto Tietê, estarão cada vez mais raras e caras. A sociedade como um todo, paga o preço de uma exploração de alto impacto, tanto à qualidade quanto à quantidade dessas águas. É a resposta dura, que a natureza dá para quem a utiliza de forma incorreta.

Bibliografia

AB'SABER, A. N.. *Geomorfologia do Sítio Urbano da Cidade de São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 1954.

- ALVES FILHO, A. P. *Episódios Pluviais Intensos na Região Metropolitana de São Paulo: Uma Avaliação no Decênio 1982-1991*. Dissertação de Mestrado apresentada Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 1996.
- BLANES, L.. *Os Problemas de Inundações no Vale do Córrego Águas Espraiadas* (título provisório). Trabalho de Graduação Individual, apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, 2000. (Inédito).
- CABRAL, E.. *Alterações Climáticas da Cidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 1997.
- CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Comissão Especial de Estudos sobre Enchentes na Cidade de São Paulo, Relatório Final*. São Paulo, s./e., 1995.
- CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). *Carta Morfodinâmica da Serra do Mar na Região de Cubatão-SP*. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, Relatório Interno, 1991.
- CONTI, J. B. "O Clima da Grandes Cidades". In: *O Estado de São Paulo*, Suplemento Cultural. São Paulo, ano III, nº 149, 09/09/1979.
- CRUZ, O.. *A Serra do Mar e o Litoral na Área de Caraguatatuba-SP-IGEO-USP*. São Paulo, s./e., 1974.
- DEL Prette, M. E.. *Apropriação de Recursos Hídricos e Conflitos Sociais: A Gestão das Áreas de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo*. Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 2000.
- EMPLASA (EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DE SÃO PAULO). *Mapa Geológico da Região Metropolitana-escala 1:100.000*. São Paulo, Secretaria de Estado dos Negócios Metropolitanos, 1988.
- ESTADO DE SÃO PAULO (SECRETARIA DE OBRAS E DO MEIO AMBIENTE)/DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. *Estudos de Águas Subterrâneas; Região Administrativa 1 – Grande São Paulo, vol. 1 e 3*. São Paulo, 1975.
- GUIDICINI, G. & NIEBLE, C. M.. *Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1976.
- IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO). *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, 1981.
- MONTEIRO, C. A. F. "A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo". In: *Atlas do Instituto de Geografia da Universidade São Paulo*. São Paulo, 1973.

- MOROZ, I.; CANIL, K. & ROSS J. L. S.. "Problemas ambientais nas áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo". *Revista do Departamento de Geografia- nº 7*. São Paulo, pp. 35-48, 1994.
- PELOGGIA, A.. *O Homem e o Ambiente Geológico: Geologia, Sociedade e Ocupação Urbana no Município de São Paulo*. São Paulo, Xamã, 1998.
- PREFEITURA MUNICIPAL SÃO PAULO. *A Questão Ambiental Urbana – Cidade de São Paulo*. São Paulo, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 1993.
- _____. *Atlas Ambiental da Cidade de São Paulo*. São Paulo, Secretaria Municipal do verde e do Meio Ambiente, 1999.
- ROSS, J. L. S.. *Análise da Qualidade da Água Subterrânea na Região da Grande São Paulo*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, fotocópia, 1981.
- _____. "Inundações e deslizamentos em São Paulo. Riscos da relação inadequada sociedade-natureza". *Revista Territorium*. Coimbra, Portugal, pp.15-23, 2001.
- ROSS, J. L. S. & DEL PRETTE. "Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental". *Revista do Departamento de Geografia 12*. pp. 89-121, 1998.
- VILLELA, F. N. J.. *Estudo Empírico da Fragilidade de um Ambiente Natural Antropizado: O Bairro Parque Novo Santo Amaro e seu Entorno Próximo*. Trabalho de Graduação Individual, apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCH da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, 2000. (Inédito).

CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS

Emerson Galvani

A Ciência Bioclimatológica

A Bioclimatologia, de forma simplista, aplica os conhecimentos do Clima (Climatologia) às relações com os *seres vivos*. Saliencia-se que a Bioclimatologia pode se distinguir como Bioclimatologia Humana, Animal e Vegetal, quando enfoca, respectivamente, os seres humanos, os animais e os vegetais. Percebe-se que a Bioclimatologia, portanto, envolve uma gama de profissionais das mais diversas áreas a citar, sem estabelecer ordem de importância: Geografia, Agronomia, Meteorologia, Zootecnia, Engenharia Civil, Arquitetura, Biologia e outras ciências que, de forma direta ou indireta, se utilizam dos produtos da Bioclimatologia no equacionamento de seus problemas específicos.

No Brasil, a formação da Sociedade Brasileira de Biometeorologia em 1996, com a realização do I Congresso Brasileiro de Biometeorologia em Jaboticabal-SP, foi um grande marco na sistematização e ordenamento dos estudos Bioclimáticos. Embora, conceitualmente se diferenciem Biometeorologia e Bioclimatologia, ou seja, a primeira voltada para os efeitos mais imediatos do tempo nos *seres vivos* e a segunda aos aspectos em uma escala maior de tempo (cronológico), uma rápida consulta nos anais permite-nos afirmar, sem querer polemizar, que esta sociedade poderia se chamar Sociedade Brasileira de Bioclimatologia. Na seqüência, dois anos depois ocorre o II Congresso Brasileiro de Biometeorologia realizado em