

## CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

*Alterando o panorama da cidade, Furlan determinou um grande projeto de urbanização, com 28 obras distribuídas em diversos bairros, passando por paisagismo, reformas ou construções de praças.*  
(Prefeitura Municipal de Barueri - <http://www.barueri.sp.gov.br/urba.htm> - em 21/10/97)

### 1.1 - Justificativas

A Região Metropolitana de São Paulo representa o maior aglomerado urbano do hemisfério sul e, possivelmente, o maior fenômeno de explosão demográfica urbana do século XX. A população desta região, de cerca de 250 mil habitantes no final do século XIX, expandiu-se para 17 milhões de habitantes nos últimos 100 anos, constituindo uma das maiores áreas conurbadas do planeta.

A evolução da taxa de crescimento populacional da Região Metropolitana de São Paulo durante o período é aproximadamente concordante com o que ocorreu em todo o planeta, que passou de 1 bilhão para 6 bilhões de habitantes; com aumento de 15% para 50% da população residente em áreas urbanas.

Obviamente, este quadro de crescimento demográfico e de ampliação relativa da área urbanizada exige um planejamento racional dos recursos naturais disponíveis. Neste sentido, a informação geológica, uma vez traduzida em aspectos de características de fragilidade e potencialidade dos terrenos, constitui a base para a exploração, uso e ocupação adequados de seus recursos sendo, portanto, um fator relevante para o planejamento urbano. Ainda, a informação geológica fornece os parâmetros necessários para a adoção de medidas corretivas, preventivas e de preservação de áreas suscetíveis aos acidentes naturais ou induzidos de naturezas geológica e/ou geotécnica.

A explosiva expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo vem acompanhada de conflitos relacionados à mineração, ao abastecimento público de águas (quantidade e qualidade), às áreas de riscos geológicos e/ou geotécnicos, à precária ocupação habitacional de favelas, aos colapsos de terrenos cársticos, à disposição de resíduos sólidos, à vulnerabilidade por contaminação de aquíferos subterrâneos, entre outros. Em consequência da necessidade de dados geológicos e geotécnicos para subsidiar esses conflitos, há grande demanda de informações geológicas pelos setores de obras públicas (canalização de córregos, pavimentação, materiais naturais de construção, obras estruturais de contenção de encostas e taludes, obras subterrâneas, etc), habitação (parcelamento do solo, urbanização de favelas, cortes, aterros, etc) e saúde (saneamento básico, disposição de resíduos, combate a doenças transmitidas pela água, controle de enchentes, etc).

Esta demanda de informações geológicas e geotécnicas para o planejamento da Região Metropolitana de São Paulo, assim como para outras regiões, deve ser suprida com trabalhos objetivando o reconhecimento dos problemas, das potencialidades morfodinâmicas e dos parâmetros geológicos e geotécnicos implícitos.

### 1.2 - Objetivos

Utilizando os conhecimentos geológicos produzidos sobre a Região Metropolitana de São Paulo, representados pelos inúmeros trabalhos desenvolvidos principalmente à partir da década de 80, pretende-se aplicar esses conhecimentos às necessidades urbanas da metrópole, através de análise regionalizada do meio físico.

Se por um lado existe enorme quantidade de dados provenientes de diversas pesquisas geológicas e geotécnicas para a elaboração de inúmeros projetos de obras na Região Metropolitana de São Paulo, principalmente na cidade de São Paulo, por outro lado, os problemas decorrentes do crescimento vertiginoso periférico da metrópole neste século, praticamente sem planejamento, são gigantescos. Na tentativa de aplicação dos estudos do meio físico para o adequado planejamento urbano, muitas vezes, constata-se a inadequabilidade dos dados existentes ou mesmo a dificuldade de sua aplicação direta. Com isto, a precariedade ou mesmo a inexistência do planejamento urbano é confundida com as fragilidades das condições geológicas e geomorfológicas intrínsecas da própria região ou dos conhecimentos científicos e técnicos disponíveis.

Nesse sentido os riscos devem ser considerados tanto geológicos quanto geotécnicos, tendo a ação antrópica um papel muitas vezes decisivo no desencadeamento de determinadas respostas do meio físico.

Portanto, este trabalho parte da premissa de que essas respostas podem ser perfeitamente prognosticadas a partir do conhecimento das condições geológicas e geomorfológicas atuais da área de estudo. Estas condições são herdadas das vicissitudes geológica, geomorfológica e tectônica pelas quais passou a região sendo os eventos naturais condizentes com a história evolutiva da região, principalmente durante o Cenozóico tardio (Neógeno e Quaternário).

Desta forma, acidentes decorrentes de obras de engenharia, como desmoronamentos de túneis e galerias, por exemplo, são aqui tratados como acidentes de caráter geotécnico, enquanto que aqueles associáveis aos processos de evolução morfodinâmica, independentemente se desencadeados ou estimulados por ação antrópica, são aqui considerados como de caráter geológico. São estes últimos o principal objeto de análise no presente trabalho, associando-os às condições geológicas dos terrenos, à geomorfologia da paisagem e às características de ocupação urbana da região.

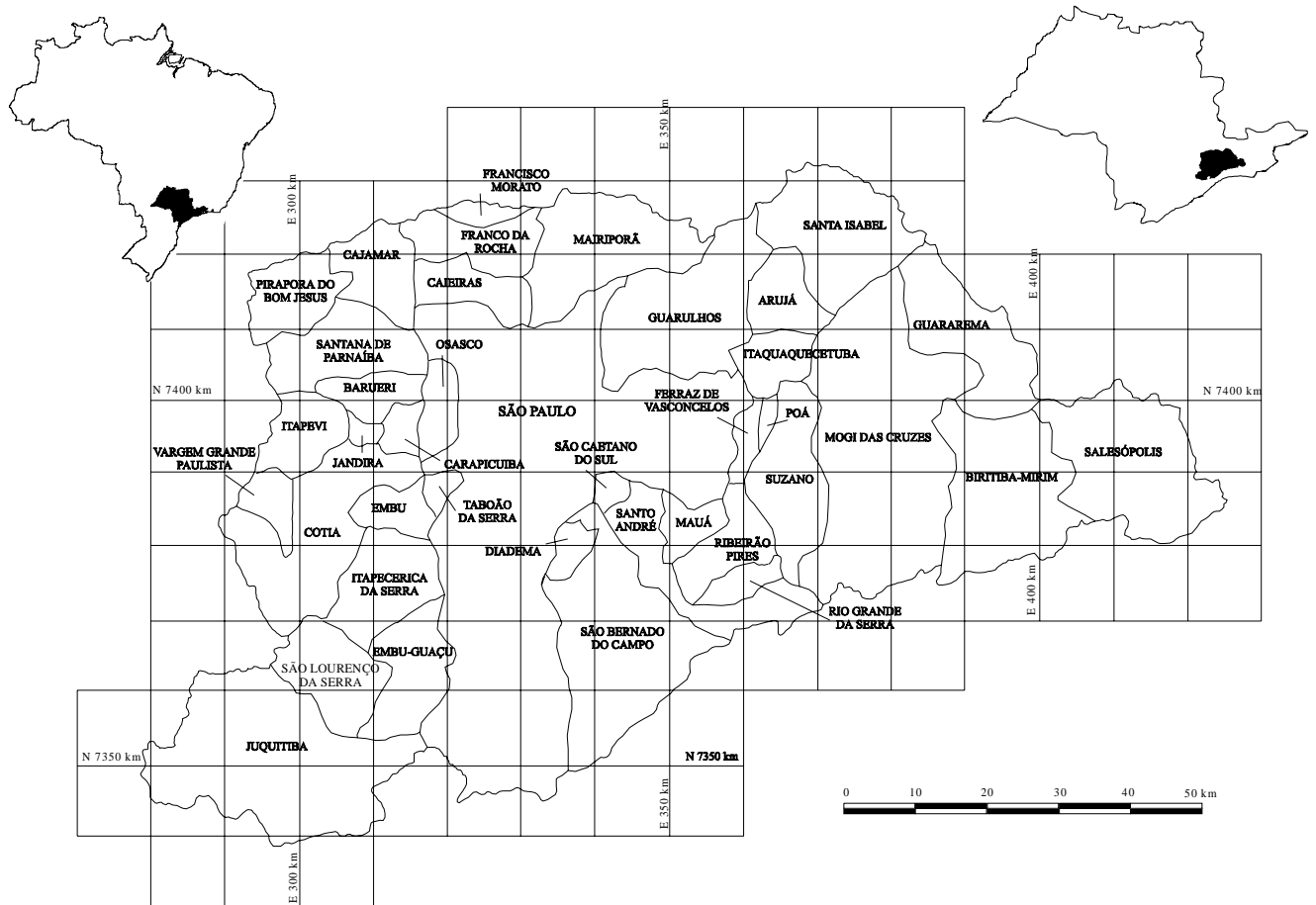
### 1.3 - Localização da área de estudos

A Região Metropolitana de São Paulo localiza-se no Planalto Paulistano, a cerca de 760 m de altitude. Ocupa uma área de 8051 km<sup>2</sup> e possui uma população de cerca de 17 milhões de habitantes.

O aglomerado urbano formado pela Capital do Estado de São Paulo e os municípios vizinhos, é o principal centro industrial do país, e também o maior

centro de comércio atacadista e de atividades bancária e financeira.

A área de estudo corresponde aos limites geográficos compreendidos na Região Metropolitana de São Paulo (Figura 1), situando-se entre as coordenadas 273 a 429 km (E) e 7336 a 7440 km (N) na Unidade Transversal de Mercator (UTM), origem no Equador e Meridiano Central 45° W Gr, acrescidas as constantes 10.000 km e 500 km, respectivamente.



**Figura 1** - Localização da área de estudos e a divisão municipal da Região Metropolitana de São Paulo

## CAPÍTULO II ASPECTOS FÍSICOS

*Água do meu Tietê, onde me queres levar?  
- Rio que entras pela terra e que me afastas do mar...  
(Mário de Andrade - A Meditação sobre o Tietê)*

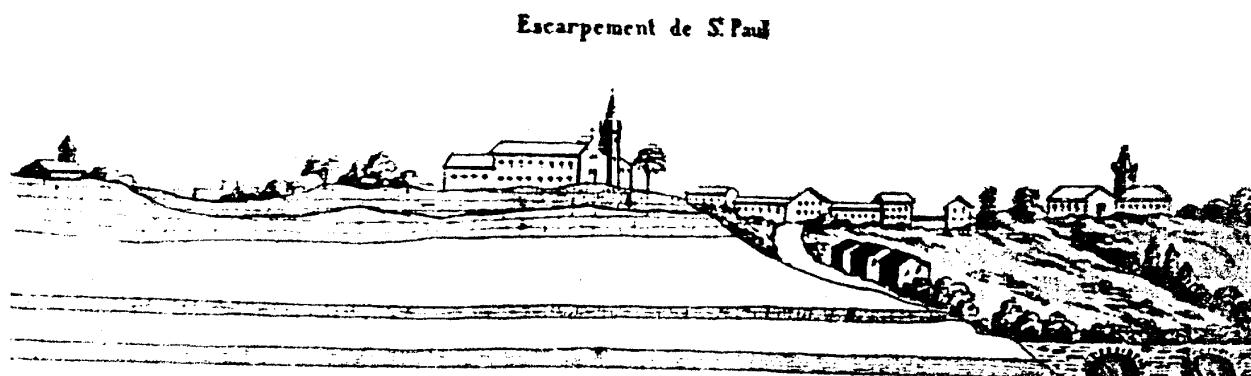
### 2.1 - Geologia Regional

A Região Metropolitana de São Paulo tem sido objeto de estudos geológicos há diversas décadas, mas a partir do início da década de 80 estes estudos se tornaram mais freqüentes como temas de diversos eventos técnicos e científicos (ABGE/SBG 1980; IGUSP/SBG 1989; ABAS/ABGE/SBG 1992; ABMS/ABEF 1992).

As primeiras referências geológicas da região datam do início da colonização da área e tratam exclusivamente de notícias sobre ocorrências de ouro ou relacionadas às potencialidades minerais, conforme Juliani (1993). Este enfoque dado às ocorrências

minerais persistiu por muito tempo e somente através da antiga Comissão Geográfica e Geológica que trabalhos geológicos sistemáticos começaram a ser efetuados, já, no final do século XIX. Os primeiros estudos de caráter litoestratigráfico foram realizados por Derby, Oliveira, Florence e outros técnicos da comissão supracitada (Juliani 1993).

As primeiras referências sobre os sedimentos da Bacia Sedimentar de São Paulo são devidas a Mawe (1812). Pissis (1842a e 1842b) descreveu um perfil e uma seção estratigráfica da bacia (Figura 2), constituindo os primeiros trabalhos de conotação litoestratigráfica sobre a Bacia de São Paulo.



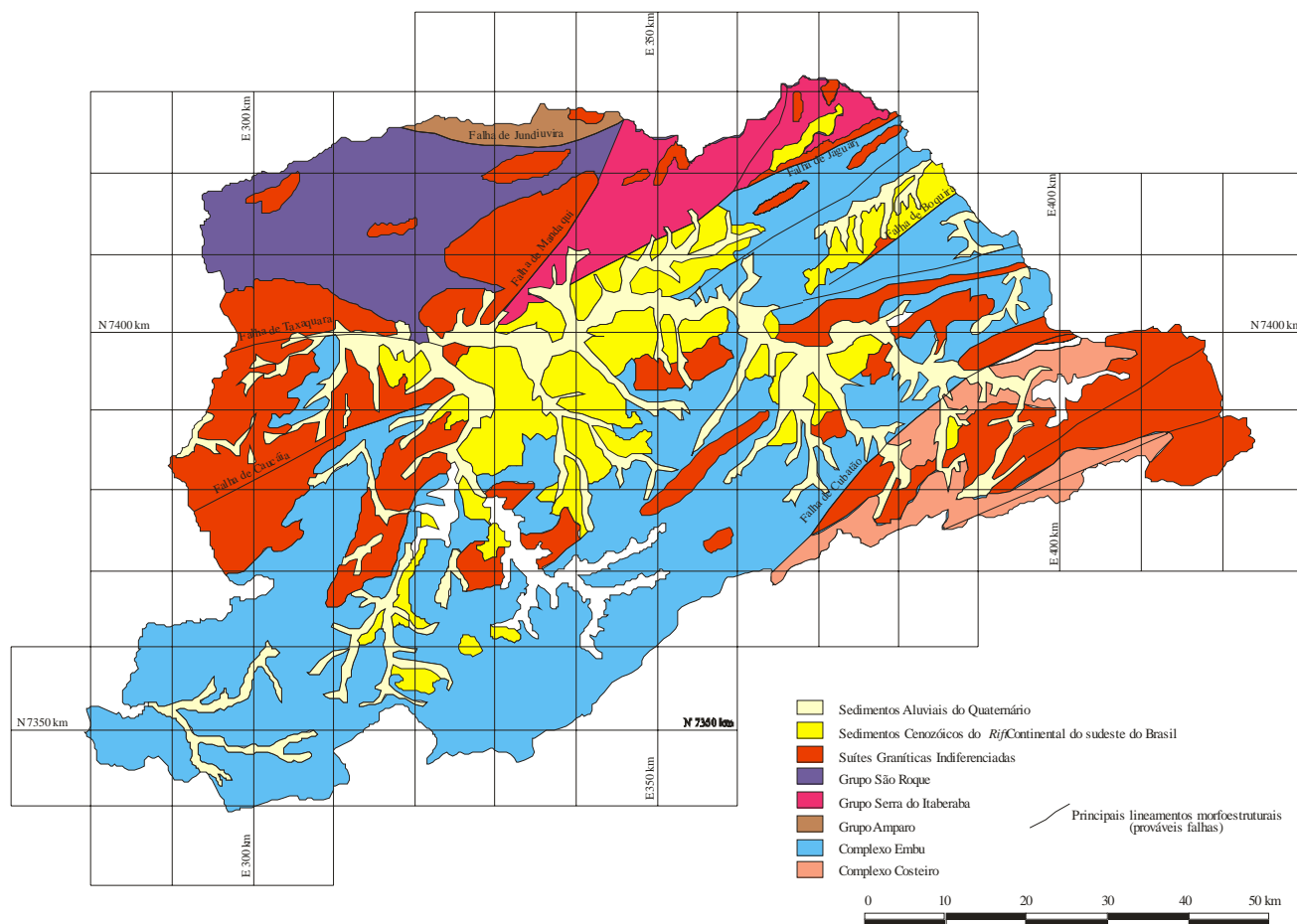
**Figura 2** - Seção estratigráfica da Bacia de São Paulo (Pissis 1942b), tradução do autor.

Moraes Rego (1930) denomina, inicialmente, os sedimentos da bacia de “argilas de São Paulo” e posteriormente (Moraes Rego 1933) refere-se a estes sedimentos como “camadas de São Paulo”. A denominação Formação São Paulo é devida a Mezzalana (1962).

Os conhecimentos sobre a bacia sedimentar e o seu embasamento cristalino tiveram grande avanço a partir da década de 80, quando diversos trabalhos geológicos foram realizados nesta região.

O arcabouço geológico da Região Metropolitana de São Paulo é constituído por terrenos

policíclicos do Cinturão de Dobramentos Ribeira (Hasui *et al.* 1975) representados por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides. Sobre esses terrenos assentam-se sedimentos cenozóicos das bacias sedimentares de São Paulo, ocupando a porção central da área de estudos, e de Taubaté, situados no flanco nordeste da área. Ainda, recobrendo todas essas unidades, registram-se ocorrências de depósitos aluviais e coluviais quaternários. A figura 3 ilustra a distribuição das principais unidades litológicas da Região Metropolitana de São Paulo.



**Figura 3** - Distribuição das grandes unidades litoestratigráficas da RMSP, modificado de DNPM/CPRM 1991.

No presente trabalho não foi considerada como fundamental a discussão envolvendo o posicionamento estratigráfico das unidades, embora procurou-se descrever tais preocupações, como será notado mais à frente. A preocupação maior diz respeito a distribuição e características litológicas e estruturais das ocorrências na área de estudo, devido à importância maior em classificar as unidades em valores quantificáveis de interesse aos estudos de modelamento morfodinâmico, objeto deste trabalho. Portanto, optou-se por utilizar o trabalho de compilação geológica realizado por DNPM/CPRM (1991), com modificações e atualizações feitas nos mapas geológicos apresentados por Riccomini (1989), Juliani (1993), SABESP/CEPAS (1993) e Takiya (1997). O Anexo 1 corresponde ao mapa geológico da área de estudos, baseado nos trabalhos citados acima, com modificações introduzidas neste trabalho.

### 2.1.1 - Unidades litoestratigráficas do Embasamento Pré-cambriano

#### Complexo Costeiro

O Complexo Costeiro é constituído por rochas predominantemente migmatíticas policíclicas de paleossoma gnáissico. Sua ocorrência, na área de estudo

restringe-se a uma estreita faixa no extremo sudeste ao sul da falha de Cubatão. Ocorrem nesta área migmatitos e gnaisses graníticos porfiroblásticos frequentemente milonitizados, biotita-gnaisses e gnaisses peraluminosos. Ao norte, esta unidade entra em contato, através da Falha de Cubatão, com o Complexo Embu e a leste limita-se na área com um corpo granítico.

IPT (1981a) sugere idade arqueana para esta unidade, porém DNPM/CPRM (1991) admitem idade proterozóica superior de acordo com as determinações geocronológicas de Tassinari *et al.* (1988).

Os migmatitos e gnaisses desta unidade foram considerados com potencialidade relativa média para a análise de ocorrência de escorregamentos no modelo apresentado no presente trabalho (Capítulo V e Anexo 5).

#### Complexo Embu

Na porção central da área de estudos, ocupando uma faixa de afloramentos com direção NE-SW, ocorre o Complexo Embu formado por xistos, filitos, migmatitos, gnaisses migmatizados e corpos lenticulares de quartzitos, anfíbolitos e rochas calciossilicatadas.

O Complexo Embu constitui a unidade mais expressiva na área de estudos, em termos de área de

exposição. É limitado ao norte pelo sistema de falhas de Taxaquara e Jaguari e ao sul pela falha de Cubatão, separando-o dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba, e do Complexo Costeiro, respectivamente. Representa, ainda, o embasamento de maior expressão em área das bacias de São Paulo e de Taubaté.

A idade desta unidade, tanto para o IPT (1981a), baseado em Schobbenhaus Filho (1974 e 1979), quanto para DNPM/CPRM (1991) baseado em Tassinari *et al.* (1988), seria do Proterozóico Superior, embora haja dificuldade na separação dos núcleos mais antigos posicionados em janelas estruturais em meio ao Complexo Embu.

Quanto à potencialidade de ocorrências de escorregamentos, o Complexo Embu foi classificado, no modelo apresentado no presente trabalho (Capítulo V e Anexo 5), em grande parte de sua área de exposição, como alta, principalmente devido às litologias xistosas.

### Grupos São Roque e Serra do Itaberaba

Os grupos São Roque e Serra do Itaberaba, com ocorrências na porção norte da área, é constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas representadas principalmente por filitos, metarenitos e quartzitos, tendo secundariamente a ocorrência de anfíbolitos, metacalcários, dolomitos, xistos porfiroblásticos e rochas calciossilicatadas.

Ao sul, esses grupos entram em contato, através do sistema de falhas de Taxaquara e Jaguari, com o Complexo Embu e, ao norte, através da falha de Jundiuvira, são separados do Grupo Amparo.

Bergmann (1988 e 1990) define para a região de Pirapora do Bom Jesus três unidades litoestratigráficas para o Grupo São Roque, na área: Unidade Vulcanossedimentar Basal, constituída por rochas metavulcânicas de caráter básico toleítico; Unidade Clástica Turbidítica, representada por metapelitos e metarenitos rítmicos; e Unidade Clástica Alóctone, formada por metarenitos, metarcóseos, quartzitos e metassiltitos.

Juliani (1993) separa do Grupo São Roque, a leste do sistema de falhas do Mandaqui, o Grupo Serra do Itaberaba que é constituído predominantemente por biotita-muscovita xistos sem estruturas sedimentares preservadas, ao contrário dos metapelitos do Grupo São Roque descritos por Bergmann (1988).

Juliani (1992, página 16) admite que a questão da relação entre as idades dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba ainda estão por ser resolvidas, “podendo ambos pertencerem a um único ciclo geotectônico, a diferentes ciclos ou até mesmo a um único e longo ciclo, como atualmente admitido por diversos autores, iniciado ‘a cerca de 2000 Ma.’ (*sic*) e encerrando sua granitogênese fases compressivas decorrentes de colisão continental ao redor de 570 Ma”.

IPT (1981a) admite idade brasileira para o Grupo São Roque baseado em estudos geocronológicos efetuados por Cordani & Teixeira (1979) que sugerem

idade em torno de 640 Ma para os granitóides sintectônicos da unidade. Por sua vez, DNPM/CPRM (1991) admitem idades mais antigas para esta unidade baseados nos estudos geocronológicos de Tassinari *et al.* (1988) que sugerem idade de cerca de 1800 Ma para o início da deposição dos sedimentos, com metamorfismos ocorrendo em duas fases, a primeira ao redor de 1400 Ma e a segunda entre 800 e 700 Ma, tendo sido sugerida uma fase granitogênica pós-tectônica entre 700 e 550 Ma, posicionando assim o Grupo São Roque no Proterozóico médio.

Os grupos São Roque e Serra do Itaberaba foram classificados quanto à potencialidade de ocorrência de escorregamentos como alta, principalmente na porção ao norte da Serra da Cantareira, devido à ocorrência de filitos, xistos e metarrimitos. Os quartzitos e metarenitos, por sua vez, mais frequentes a oeste da Serra da Cantareira, são considerados com potencialidades baixas para a ocorrência de escorregamentos. Essas classificações são definidas no Capítulo V e no Anexo 5.

### Grupo Amparo

No extremo norte da área de estudo, acima da falha de Jundiuvira, ocorre uma pequena faixa de afloramentos de rochas do Grupo Amparo constituído por metassedimentos e rochas gnáissicas e migmatíticas. Na área de estudos predominam rochas eminentemente xistosas com intercalações quartzíticas e frequentemente migmatizadas e feldspatizadas.

IPT (1981a) admite idade transamazônica para o Grupo Amparo, com rejuvenescimentos nos ciclos Brasileiro e Uruçuano.

No trabalho de integração geológica da Região Metropolitana de DNPM/CPRM (1991) o Grupo Amparo é incluído no Domínio Tectônico Piracaia-Jundiá, sendo dado pouco destaque às rochas que ocorrem nesta estreita faixa de afloramentos.

### Suítes Graníticas

Ocorrem, ainda, distribuídos por toda a área diversos corpos de granitos designados por Suítes Graníticas. São corpos de diferentes tamanhos, desde batólitos a pequenos *stocks*. Segundo Hasui *et al.* (1978) estas rochas são de origens sintectônica e pós-tectônica.

Conforme Hasui & Carneiro (1980) as rochas granitóides que ocorrem na Região Metropolitana de São Paulo constituem batólitos e bossas que sustentam relevos de topografia elevada, tais como nas serras da Cantareira, Itaquí, Itapeti e Caucaia, onde ocorrem os mais extensos corpos granitóides.

Por serem rochas resistentes aos processos intempéricos, por isso sobressaem-se no relevo, as rochas graníticas foram classificadas, para efeito das análises no Capítulo V e no Anexo 5, como de baixa a

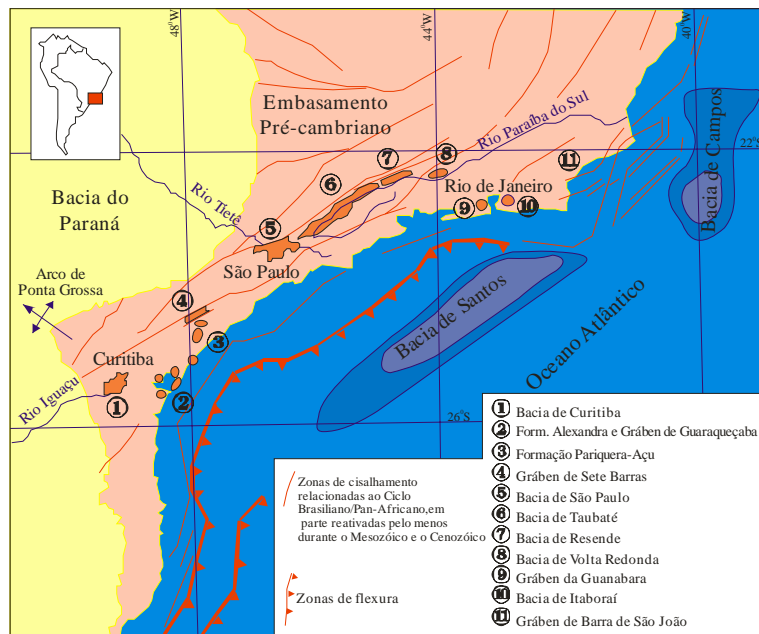
média potencialidade relativa para ocorrência de escorregamento.

**2.1.2 - Sedimentos cenozóicos das bacias de São Paulo e de Taubaté**

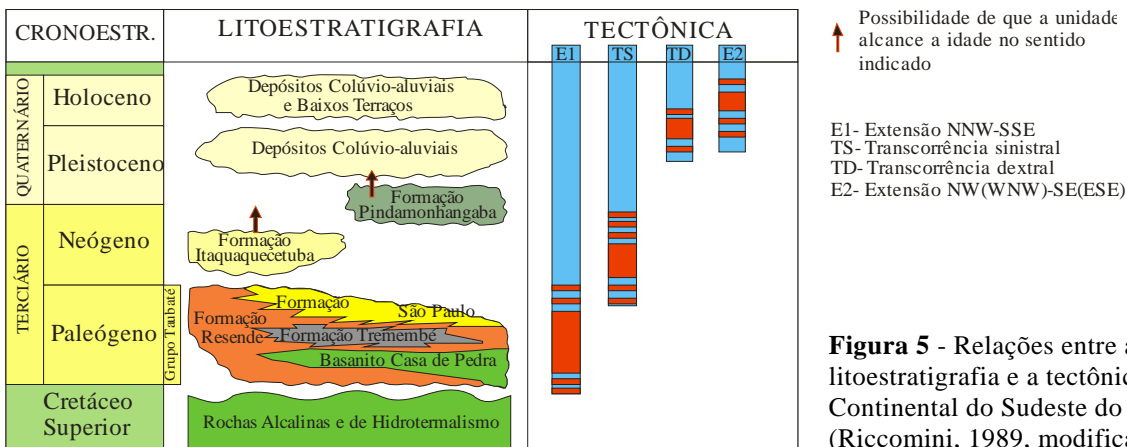
Os sedimentos cenozóicos da Bacia de São Paulo ocupam a porção central da área ou distribuem-se em corpos isolados e correlacionáveis entre si na porção ao sul. A nordeste da Região Metropolitana de São Paulo ocorrem os sedimentos cenozóicos da Bacia de Taubaté. Os depósitos sedimentares destas bacias são representados por sedimentos essencialmente argilosos e arenosos de sistema fluvial e lamíticos de leques aluviais, podendo ser registradas algumas ocorrências de sedimentos pelíticos lacustres.

As bacias de São Paulo e Taubaté, juntamente com as bacias de Curitiba, Resende e Volta Redonda, inserem-se no contexto do sistema de *Rifts* Continentais da Serra do Mar, definido por Almeida (1976). Riccomini (1989) e Riccomini & Coimbra (1992) ainda englobam de sudoeste para noroeste, a Bacia de Curitiba, Formação Alexandra, Gráben de Guaraqueçaba, Gráben de Sete Barras, Bacia de Resende, Bacia de Volta Redonda, Gráben da Guanabara, Bacia de Itaboraí e Gráben de Barra de São João, no contexto geológico e tectônico regional do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil conforme representado na figura 4.

Riccomini & Coimbra (1992) apresentam as relações entre a litoestratigrafia e a tectônica no *Rift* Continental do Sudeste Brasileiro (Figura 5).



**Figura 4** - Contexto geológico e tectônico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (simplificado de Riccomini & Coimbra 1992).



**Figura 5** - Relações entre a litoestratigrafia e a tectônica do Rift Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989, modificado).

A Formação Resende é constituída principalmente por depósitos de leques aluviais, conforme Riccomini (1989). Nos depósitos de fácies proximal predominam conglomerados polimícticos,

**Formação Resende**

brechas e diamictitos, enquanto os depósitos de fácies distal constituem-se predominantemente de lamitos podendo ocorrer lentes arenosas e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado.

Na borda norte da Bacia de São Paulo são comumente encontrados os depósitos da fácies proximal da Formação Resende, sugerindo que essa região estava tectonicamente ativa durante a época de deposição desses sedimentos.

Takiya (1997) registra a ocorrência de sedimentos da Formação Resende em áreas do Município de São Paulo, notadamente nas zonas Leste e Sul, representados por lamitos da fácies distal.

Melo *et al.* (1986), Riccomini (1989), Lima & Melo (1989) e Lima *et al.* (1994), através de análises palinológicas, atribuem idade oligocênica à Formação Resende.

Por representarem colinas de vertentes suaves, os sedimentos da Formação Resende foram considerados como de baixa potencialidade para a ocorrência de escorregamentos para a elaboração do modelo apresentado no Anexo 5 e discutido no Capítulo V.

### Formação Tremembé

Os sedimentos da Formação Tremembé são mais frequentes na Bacia de Taubaté, onde pode ser caracterizado litologicamente por Suguio (1969) como sedimentos lacustres e considerado, por Riccomini (1989), como sedimentos representantes de lagos efêmeros do tipo *playa-lake*. Os depósitos da Formação Tremembé são constituídos por camadas de argilas a argilas siltosas de coloração preta a cinza esverdeadas.

Na Região Metropolitana de São Paulo a Formação Tremembé está restrita a poucas ocorrências ao sul do rio Tietê.

O primeiro registro de ocorrência desta unidade na Bacia de São Paulo foi feito na área próxima à Estação Barra Funda do Metrô, na Zona Oeste de São Paulo. Conforme Takiya (1991) esta ocorrência apresenta espessuras de até 60 metros ocupando área de aproximadamente 4 km<sup>2</sup>. Esta ocorrência foi estudada por Melo *et al.* (1986), tendo sido considerada como fácies lacustre da Formação São Paulo.

Outras ocorrências, encontradas por Riccomini & Coimbra (1992), na área do Parque Antártica e na rua Oriente (bairro do Pari, SP) sugerem uma maior extensão do sistema deposicional lacustre na Bacia de São Paulo.

Lima & Melo (1989) sugerem idade oligocênica para os sedimentos lacustres, através de análises palinológicas.

### Formação São Paulo

A Formação São Paulo corresponde a depósitos de sistema fluvial meandrante, sendo constituída por areias grossas a médias que gradam para areias mais finas, até siltes e argilas, conforme Suguio *et al.* (1972).

A principal área de exposição desta unidade é na região denominada de “espigão central de São Paulo”. Ocorrem nesta região couraças lateríticas sustentando o relevo dos sedimentos arenosos da Formação São Paulo. Na Zona Oeste de São Paulo e no município de Osasco a Formação São Paulo também tem área de ocorrência significativa.

A idade oligocênica é atribuída a esta unidade, embora ainda seja problemática a obtenção de dados precisos para análise palinológica ou mesmo material fossilífero que permitam datar a Formação São Paulo, conforme Riccomini & Coimbra (1992).

### Formação Itaquaquecetuba

A Formação Itaquaquecetuba de Coimbra *et al.* (1983) representa uma fase de sistema fluvial entrelaçado na Bacia de São Paulo. Segundo Riccomini & Coimbra (1992, página 57) esta unidade apresenta um aspecto fundamental que a diferencia das demais unidades sedimentares da Bacia de São Paulo: encontra-se alojada “em contatos ora erosivos, ora tectônicos, unicamente com rochas do embasamento pré-cambriano, não tendo sido /.../ verificada relação com as unidades sedimentares terciárias”.

Esses sedimentos ocorrem estratigraficamente sob os depósitos aluviais holocênicos dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí. Os seus afloramentos restringem-se às áreas de exploração de areias e cascalhos para a construção civil. Tal fato faz com que novas ocorrências dessa unidade, que poderiam ser detectadas por sondagens, por exemplo, sejam praticamente impossíveis de serem distinguidas da Formação São Paulo, como no caso apresentado pelas investigações para o projeto de reurbanização do vale do Anhangabaú (Anexo 2).

É basicamente constituída por areias médias a grossas, mal selecionadas, com estratificação cruzada acanalada e tabular de grande porte, apresentando níveis conglomeráticos e lamíticos (Coimbra *et al.* 1983).

A idade da Formação Itaquaquecetuba é ainda problemática, principalmente por falta de relações de contatos com as demais unidades cenozóicas, a não ser os aluviões estratigraficamente superpostos. Riccomini (1989), Takiya (1991 e 1997) e Riccomini & Coimbra (1992), enfatizam que a Formação Itaquaquecetuba seja mais jovem que as demais unidades da Bacia de São Paulo, estando relacionada a atividades tectônicas sin e pós-sedimentares, conforme idéias anteriores de Suguio & Takahashi (1970) e Suguio *et al.* (1971).

### Sedimentos Quaternários

Turcq & Melo (1989) e Takiya (1997) admitem que os sedimentos quaternários da Região Metropolitana de São Paulo carecem de estudos geológicos para se compreender seus comportamentos estratigráficos, geocronológicos, espaciais e paleoclimáticos.

Turcq & Melo (1989) apresentam alguns dados sobre datações de alguns corpos colúviais e aluviais da Região Metropolitana de São Paulo, porém pouco elucidam sobre uma cronologia dos eventos ocorridos no Quaternário da área. Chamam a atenção, no entanto, que a maior parte desses sedimentos se depositaram já no final do Pleistoceno. Os depósitos mais antigos representados por colúvios são datados por volta de 50 ka AP.

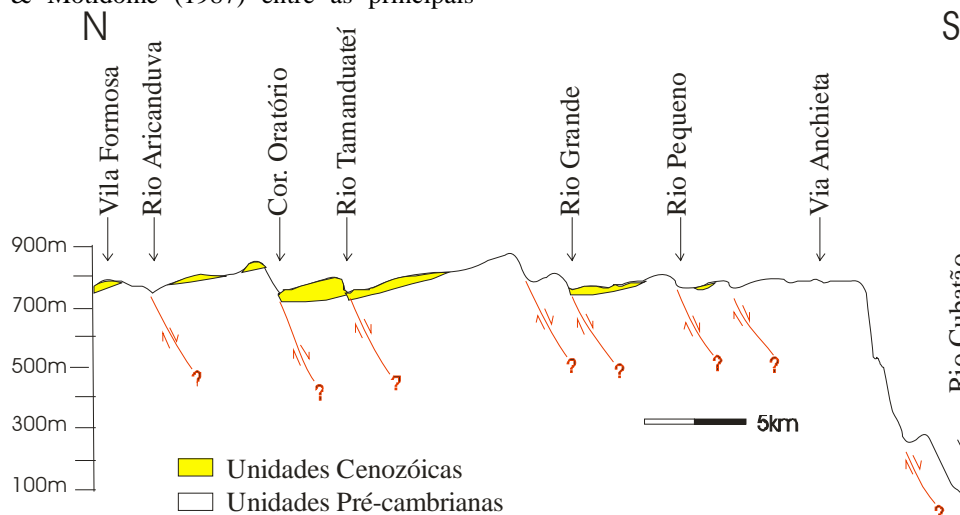
Turcq *et al* (1987) sugerem que a presença de argilas orgânicas datadas entre 20 e 30 ka AP indicariam nível freático mais alto que o atual. São também desta época os aluviões mais antigos (Turcq *et al.* 1987; Turcq *et al.* 1989; Riccomini *et al.* 1989).

Takiya (1997) obtém idades, por radiocarbono e palinologia, de aproximadamente 13 ka AP, sugerindo que por esta época tenha ocorrido franco desenvolvimento de planícies meandantes, provavelmente perdurando até os dias atuais, com curtos intervalos de climas mais secos há 8, 6, 4, 2, 1e 0,3 ka AP (Servant *et al.* 1989; Riccomini *et al.* 1991; Takiya & Ybert 1991).

Takiya (1997) sugere que tenha ocorrido duas fases mais recente de coluvionamento no Município de São Paulo. Uma por volta de 0,6 ka AP, portanto anterior ao período de colonização da região, e outra, atuante principalmente após 1950 demonstrando provável indução antrópica durante o processo de ocupação do meio físico.

## 2.2 - Tectônica

Os grandes traços estruturais da área, incluídos por Sadowski & Motidome (1987) entre as principais



**Figura 6** - Perfil geológico e estrutural entre Vila Formosa e rio Cubatão, modificado de Coutinho (1980)

Por sua vez, esses blocos poderiam ter geometria típica de um sistema transtensional, conforme modelo de Kinsman (1975), onde as estruturas ENE delimitariam zonas de abatimento favorecendo o preenchimento por sedimentos de bacias do tipo *Rift*.

Riccomini (1989) propôs quatro fases na evolução tectônica do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Figura 7). A primeira fase de caráter extensional

feições estruturais de expressão continental do Brasil, são representados por zonas de cisalhamento ou por zonas rúpteis orientadas principalmente segundo ENE. As falhas de Jundiuvira, Taxaquara, Jaguari, Parateí e Cubatão constituem essas feições, que condicionaram a sedimentação das bacias de São Paulo e Taubaté.

Este arcabouço tectônico das unidades pré-cambrianas foi reativado após o Jurássico (Almeida, 1967) antecedendo e preparando, assim, o cenário para o desenvolvimento das bacias cenozóicas de São Paulo e Taubaté.

Essas estruturas, pelo menos as mais expressivas como as de Jundiuvira, Taxaquara, Jaguari e Cubatão, separam as unidades pré-cambrianas, como descrito anteriormente. Apresentam natureza transcorrente com movimentação inicial ocorrida no fim do Pré-cambriano (Coutinho 1980). Este autor mostra a relação dessas grandes estruturas com as unidades sedimentares da Bacia de São Paulo através de um perfil geológico entre a Vila Formosa, em São Paulo, e o rio Cubatão. Conforme se verifica na figura 6, os falhamentos de caráter normal condicionaram a sedimentação das unidades cenozóicas, com os blocos ao norte sempre em ascensão em relação aos blocos ao sul. Hasui & Ponçano (1978) apresentam seções esquemáticas transversais da Bacia de Taubaté mostrando também blocos altos ao norte em relação aos blocos rebaixados ao sul. Asmus & Ferrari (1978) consideram o sistema de bacias do *Rift* como um conjunto de semi-grábens ligados ao basculamento para NW de blocos.

NWN-SSE propiciou a deposição de sedimentos de leques aluviais oligocênicos da Formação Resende. Na segunda fase a região sofreria transcorrência sinistral, seccionando parcialmente a provável continuidade das bacias do *Rift*, principalmente entre as atuais bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda. É provável que o estabelecimento das direções atuais de drenagens dos rios Tietê e Paraíba seja devido a esta fase paleotectônica



(Riccomini 1989). No final desta fase, já em condições de calmaria tectônica, teria ocorrido a deposição de

sedimentos do sistema fluvial meandrante da Formação São Paulo.

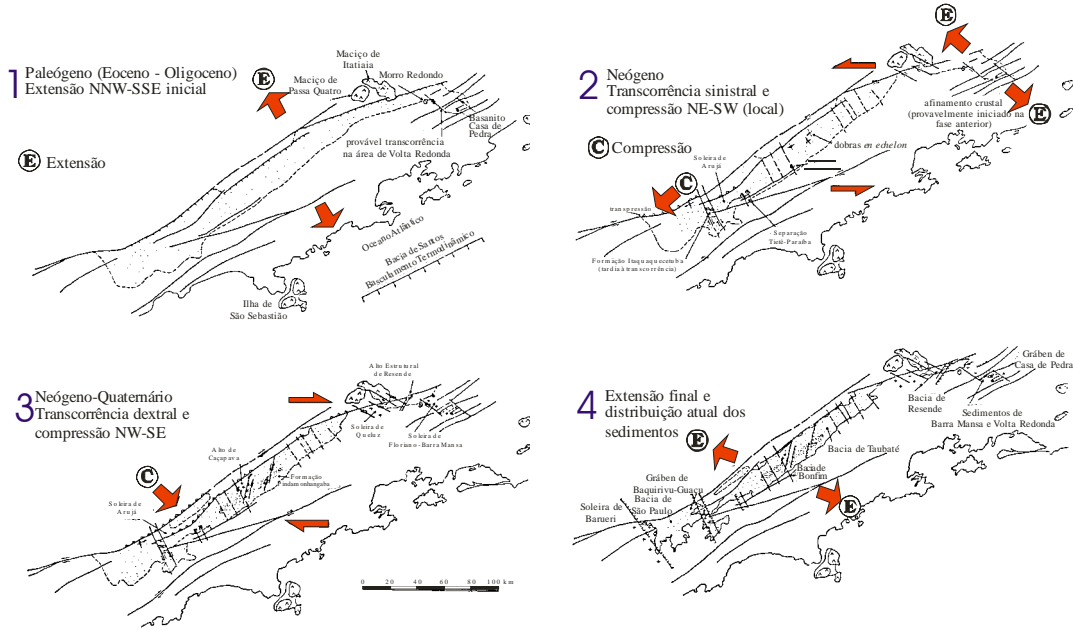


Figura 7 - Prováveis fases de evolução tectônica do Rift Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini 1989).

A terceira fase marcada por uma transcorrência dextral já no Pleistoceno Superior teria propiciado a deposição de uma cobertura colúvio-aluvial pleistocênica (Riccomini 1989).

A fase final de caráter extensional NW (WNW) - SE (ESE) afeta a cobertura pleistocênica, ou seja de natureza essencialmente neotectônica.

2.2.1 - Evidências de atividades neotectônicas

Durante a execução da análise morfoestrutural e de visitas de campo para a elaboração do presente estudo, algumas feições provavelmente representativas de evidências de atividade tectônica mais recente na Região

Metropolitana de São Paulo foram notadas. São descritas a seguir as mais significativas.

As estruturas em forma de dobras em Santana de Parnaíba

Uma feição bem marcante, demarcada por lineamentos morfoestruturais, através de um feixe de lineamentos de direção EW, ocorre a norte da Serra de Voturuna em Santana de Parnaíba. Esta direção é diversa da tendência regional e mostra-se bem assinalada nas direções de drenagens daquela área (Figura 8). Não se trata de feição nova pois os corpos de quartzitos e de rochas calciossilicatadas se apresentam com a mesma orientação, na área.

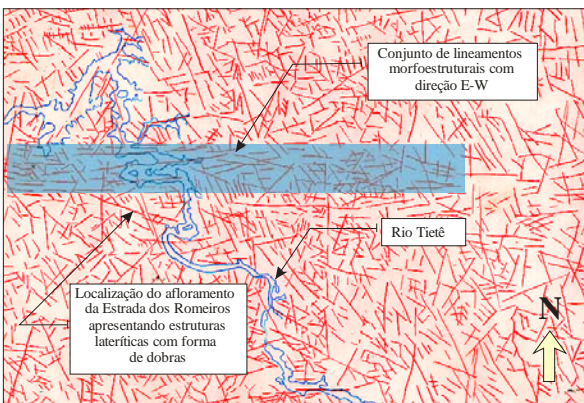


Figura 8 - Lineamentos morfoestruturais E-W condicionando o traçado do rio Tietê e localização do afloramento com estruturas lateríticas com forma de dobras.

Nessa região foram encontradas ocorrências restritas de sedimentos lamíticos em superfícies elevadas e cascalheiras com seixos facetados (glaciais?), em porções mais baixas. Em corte da Rodovia dos Romeiros, próximo

à entrada principal para as minas de quartzito da Serra de Voturuna, nesta região, foram identificadas estruturas em crostas lateríticas, simulando dobramentos (Figura 9).



**Figura 9** - Afloramento de filito intemperizado da Formação São Roque, mostrando estruturas lateríticas em forma de dobras. Observar o padrão de verticalização nos flancos das estruturas que estão condicionadas a fraturamento sub-vertical regularmente espaçado.

As estruturas lateríticas, deste afloramento, se desenvolveram em filitos do Grupo São Roque, hoje totalmente intemperizados e somente reconhecíveis pela constituição argilosa e por pequenos blocos de material exibindo alguma foliação original.

Como a origem das couraças lateríticas está condicionada a pequenas variações do lençol freático em clima semi-árido (Tricart 1972), pode-se admitir que as estruturas em forma de dobras reflitam um soerguimento regional, onde o lençol freático sofreu rebaixamento lento e progressivo através das fraturas, no caso do afloramento estudado, espaçadas regularmente, enquanto o processo de laterização intensa se desenvolvia. Movimentos tectônicos mais rápidos que a velocidade de infiltração das águas

provocariam o alternamento entre os níveis da couraça laterítica e os solos de alteração do filito.

Na porção superior desse afloramento, encontra-se um depósito *stone line* (Figura 10). Rodriguez (1994) sugere que há evidências de que os depósitos *stone lines* sejam extremamente recentes, estando associados à formação de uma couraça laterítica e posterior mudança climática, que colaboraria para o dismantelamento da carapaça. Essa situação corroborada com as datações de depósitos similares feitas por Lichte (1991) fazem crer que boa parte dos depósitos *stone lines* possa estar relacionada ao estágio final da última glaciação, a cerca de 20 ka AP, sendo esses depósitos uma resposta tropical à variação climática devida ao recuo das geleiras.



**Figura 10** - Colúvio sobre solos de filito com estruturas laterizadas em forma de dobras na região de Santana de Parnaíba.

As conclusões de Turcq *et al.* (1987) sobre o nível freático em posição mais elevada que a atual na Região Metropolitana entre 30 e 20 ka AP contribuem para a hipótese acima levantada sobre a gênese das estruturas lateríticas com forma de dobras. Por sua vez, o rebaixamento do lençol freático pode ter sido motivado por

um soerguimento relativo de blocos tectônicos. Somente a variação do lençol freático devido a mudanças climáticas para a fase final do Pleistoceno não deve ter sido a responsável por formar tais estruturas, pois marcou-se a passagem de climas mais secos para climas mais úmidos em regiões tropicais, ou seja: deve ter havido uma variação

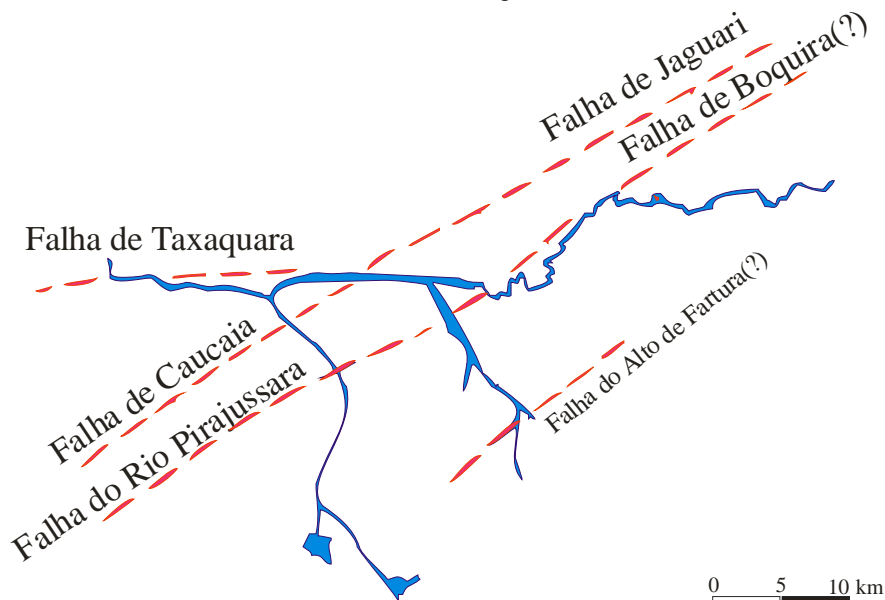
nos níveis freáticos mais elevados condicionados à movimentos tectônicos.

Assim, sem a ação tectônica (neotectônica) não seria possível haver o rebaixamento freático na área para formar as estruturas observadas.

A região de Santana de Parnaíba deve ser melhor estudada sob um enfoque de geologia do Quaternário, principalmente no que se refere aos aspectos neotectônicos, para melhor compreensão das estruturas com formas de dobras em lateritas.

### O vale atual do rio Pirajussara

Takiya *et al.* (1989) sugerem, através de análise estrutural do topo do embasamento cristalino da Bacia de São Paulo, que algumas falhas observadas em superfície (na área de exposição do embasamento) refletem feições subsuperficiais da Bacia. Dentre essas estruturas tem-se a falha do rio Pirajussara que se prolongaria até Guarulhos provavelmente estendendo-se através da Falha de Boquira (Figura 11).



**Figura 11** - Principais falhas do embasamento da Bacia de São Paulo, segundo Takiya et al. (1989).

Na área do rio Pirajussara o vale acha-se basculado para o norte e suas águas correm próximas a uma escarpa com desníveis de até 50 m, enquanto a sua planície estende-se amplamente na margem oposta. Essa tendência, de direção NE-SW estende-se ao ribeirão Poá, em Taboão da Serra, persistindo pelo ribeirão da Ressaca, no município de Embu.

Este fato sugere que essas drenagens sejam controladas pela Falha do Pirajussara, onde o adernamento do vale rumo às escarpas resulte de movimentos tectônicos recentes estabelecendo escarpas de falhas pouco arrasadas pela erosão e ainda bem próximas ao principal plano de deslocamento.

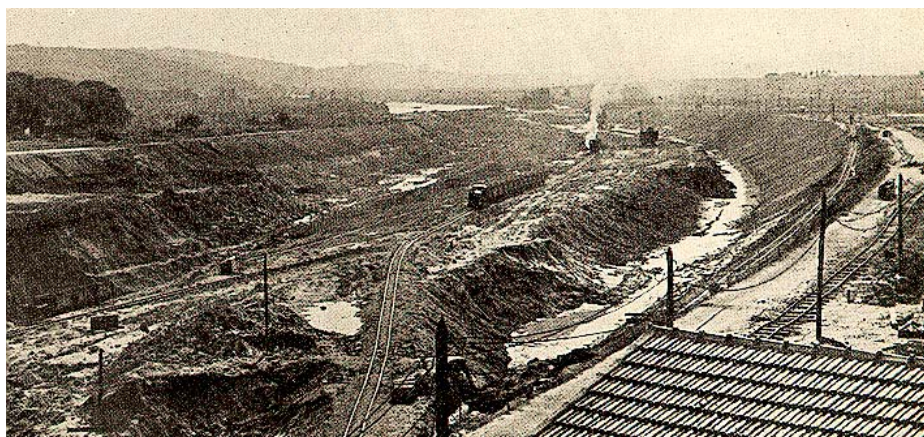
A fase final de movimentos tectônicos extensional NW (WNW) - SE (ESE) sugeridos por Riccomini (1989) tende a gerar falhas de caráter normal de direção aproximadamente perpendicular ao esforço, reativando estruturas rúpteis como a falha do rio Pirajussara.

### Meandro do Morro de São João, em Osasco

Ab'Saber (1957) reconhece algumas anomalias de drenagens do Sítio Urbano de São Paulo. Uma delas é representada pelo meandro encaixado do morro de São João, ao norte da cidade de Osasco, descrito pelo autor como uma das mais curiosas anomalias de drenagem da região paulistana.

Antes da obra de canalização do rio Tietê, este meandro encaixado, em rochas gnáissicas, constituía o único canal de drenagem das águas do alto Tietê. Porém parece ter sido um caminho tortuoso e forçado para que as águas do Tietê contornassem esta região. Nesse trecho, a canalização do Tietê parece ter devolvido ao rio seu curso natural (Figura 12). Ab'Saber (1957) descreve terraços do antigo leito do Tietê evitando o meandro.

Atualmente o meandro está abandonado devido à canalização, porém ainda é possível identificá-lo em imagens de satélite, apesar da ocupação urbana (Figura 13).



**Figura 12** - Aspecto da obra de retificação do Tietê com construção de um canal artificial em Osasco em 1940. PMSP (1950).



**Figura 13** - Imagem de satélite SPOT mostrando os canais dos rios Tietê e Pinheiros. O antigo meandro do Morro de São João, ainda pode de ser identificado em área totalmente urbanizada.

É interessante notar que, a leste deste meandro encaixado, a planície do Tietê é mais ampla e a oeste ocorre o estreitamento da planície até Barueri, onde o rio muda de rumo seguindo mais a noroeste, muitas vezes encaixado, aproveitando as estruturas ali presentes.

Riccomini (1989) mapeia uma estrutura de direção NW-SE, praticamente coincidente com o alinhamento do rio Pinheiros à montante de Santo Amaro e com o eixo principal do reservatório Billings. Esta estrutura, mapeada como falha normal com bloco baixo para NE, teria sua continuidade segundo Riccomini (1989), através do rio Tietê a jusante da cidade de Barueri. Por sua vez, mesmo admitindo a existência desta estrutura em seu mapa geológico, Takiya (1997) estabelece em seu mapa de gradientes hidráulicos um lineamento correspondente à esta falha, mas deslocada alguns poucos quilômetros para leste, praticamente coincidindo com a porção jusante do meandro do morro de São João.

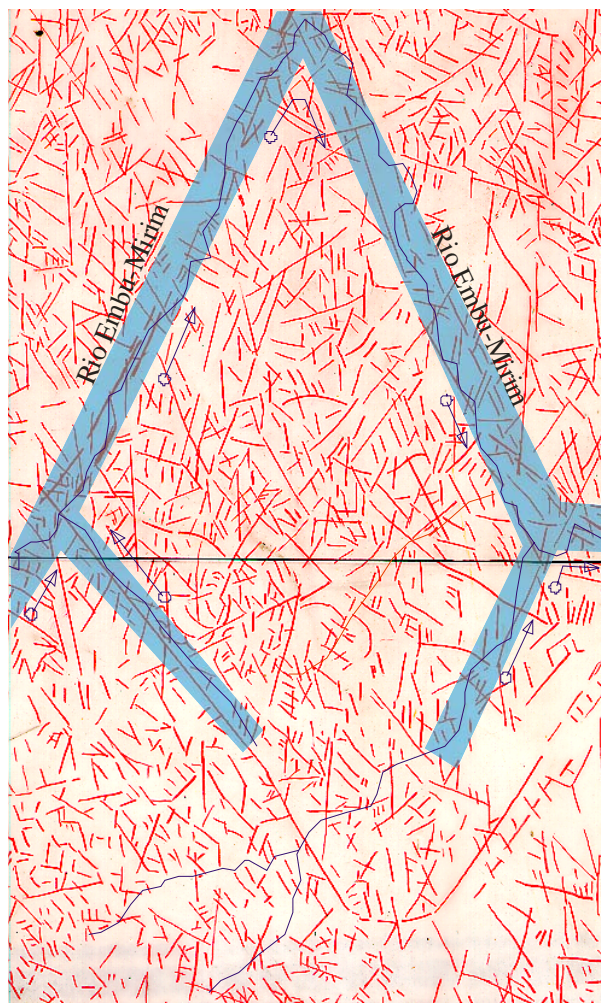
A análise de gradientes hidráulicos das drenagens de segunda ordem foi utilizada, pela primeira vez por Rodriguez (1993) caracterizando atividades neotectônicas em Altamira (PA). Salvador (1994) e Takiya (1997)

voltaram a utilizar este método nas bacias de Taubaté e São Paulo, respectivamente.

No caso do meandro do morro de São João, a análise regional dos gradientes hidráulicos das drenagens de segunda ordem poderia ser utilizada para melhor caracterizar esta estrutura devida a possível falhamento normal, esclarecendo melhor se o falhamento de Taxaquara serviu como plano de falha transcorrente, com deslocamento sinistral, de modo a justificar a continuidade da falha normal a jusante de Barueri, ou se a estrutura em falha normal tem continuidade como uma única estrutura não perturbada por uma transcorrência perpendicular posterior. Ressalta-se que na fase final dos eventos tectônicos apresentado por Riccomini (1989), onde há extensão NW (WNW) - SE (ESE), é possível reativar estruturas com direção aproximadamente E-W, em regime de transcorrência sinistral.

#### A curva do rio Embu-Mirim

O traçado do rio Embu-Mirim na região sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, é totalmente condicionado a um padrão losangular de lineamentos morfoestruturais com direções NNE e SSE (Figura 14).



**Figura 14** - Lineamentos morfoestruturais de direções preferenciais NNW e NNE condicionando o traçado do rio Embu-Mirim e tributários. As setas indicam a direção preferencial das drenagens.

O rio Embu-Mirim segue de sua cabeceira, no município de Itapecerica da Serra, por cerca de 20 km no rumo NNE. E depois muda para SSE, seguindo por mais quase 20 km, onde inflete-se para leste atingindo então a sua foz na represa do Guarapiranga.

Trata-se de uma anomalia de drenagem condicionada estruturalmente por um padrão losangular de lineamentos extremamente regular que poderia ter se originado devido a uma extensão WNW-ESE, ou compressão local NNE-SSW, portanto estando de acordo com a extensão final proposta por Riccomini (1989).

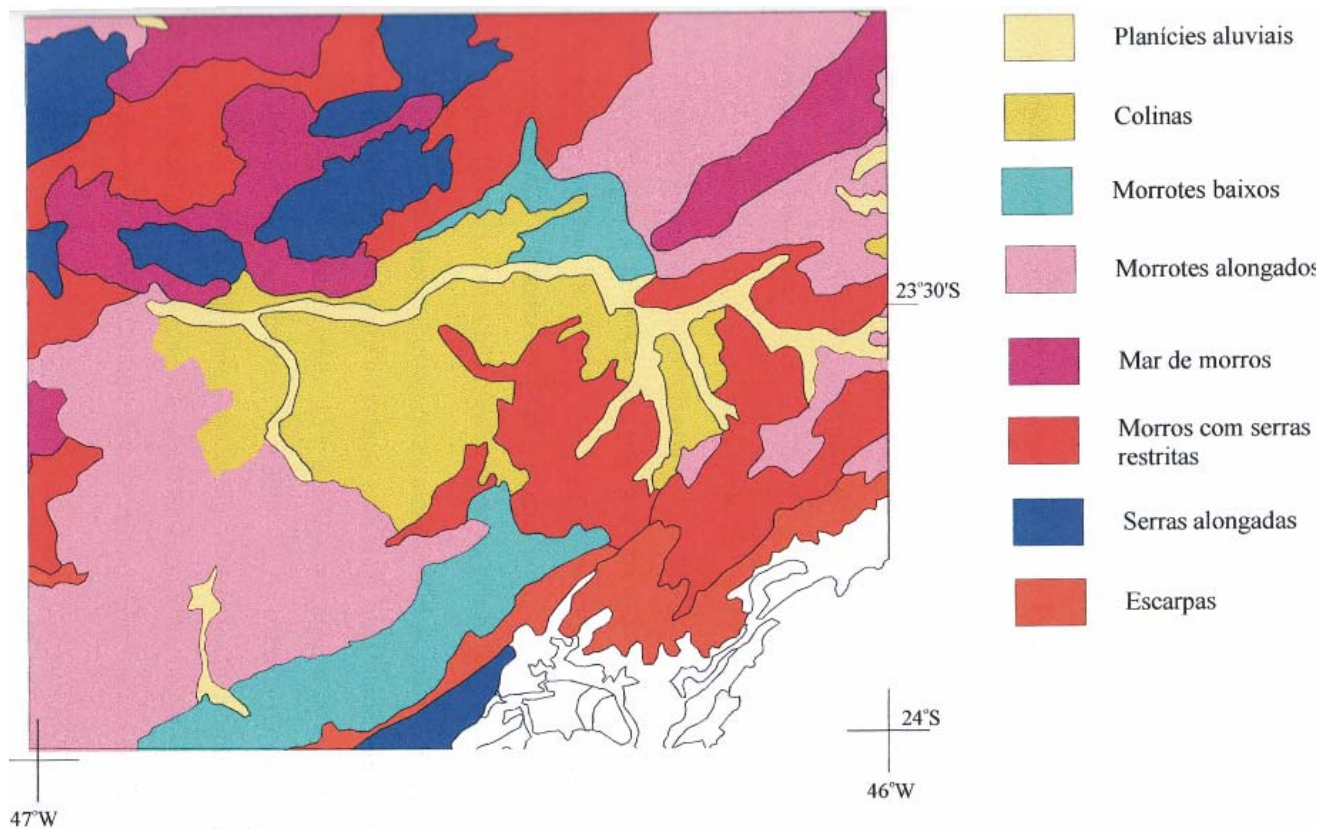
### 2.3 - Geomorfologia

Não se pode caracterizar a geomorfologia da Região Metropolitana de São Paulo sem que seja abordado dois aspectos fundamentais. O primeiro é a configuração geomorfológica natural, caracterizada nos trabalhos de Ab'Saber (1957) e Almeida (1964), e o outro é a

configuração geomorfológica antrópica induzida pela urbanização.

Neste trabalho a configuração geomorfológica natural é importante por permitir a classificação sistemática dos relevos que compõem a Região Metropolitana de São Paulo, utilizadas na análise de áreas susceptíveis aos escorregamentos e às inundações (Capítulo V e anexos 5 e 6). Nesse sentido, foi utilizado o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo publicado na escala 1:1.000.000 pelo IPT (1981b). Considerou-se que este mapa representa bem as diversas classes de relevo na área de estudos e, por sua vez, é um dos poucos documentos de síntese que apresenta a setorização geomorfológica da área de estudos.

Na figura 15 tem-se a porção do Planalto Atlântico (Almeida 1964), mais especificamente a zona que constitui o chamado Planalto Paulistano de Ab'Saber & Bernardes (1958), onde se encontra a Região Metropolitana de São Paulo.



**Figura 15** – Mapa Geomorfológico da área correspondente à Região Metropolitana de São Paulo, no Planalto Atlântico, modificado de IPT (1980).

As planícies aluviais, representadas principalmente pelas planícies de inundação dos rios Tietê e Pinheiros, constituem os terraços baixos sujeitos a inundações. De todas as formas de relevo da Região Metropolitana de São Paulo, talvez seja esta a que mais sofreu intervenções antrópicas, tanto pelas canalizações efetuadas das drenagens quanto pela total descaracterização da área de inundações periódicas com sua ocupação urbana e conseqüente impermeabilização.

Dessa forma, esta unidade foi considerada como crítica na análise efetuada para áreas com ocorrências de inundações (Capítulo V e Anexo 6). Um exemplo de total descaracterização da área de planície de inundação é mostrada na figura 16, onde o relevo de planície aluvial do rio Grande, no bairro de Interlagos, São Paulo, foi totalmente modificado com a implantação do Aterro Sanitário de Santo Amaro.



**Figura 16** - Vista geral do Aterro Sanitário de Santo Amaro, em Interlagos. Este aterro foi instalado em planície de inundação do rio Grande.

O relevo de colinas é caracterizado por baixas declividades sendo sustentado pelos sedimentos da Bacia de São Paulo. Localmente podem ocorrer espigões devidos à presença de carapaças lateríticas (espigão central de São Paulo). As colinas de São Paulo são os terrenos menos suscetíveis aos escorregamentos e inundações. Não obstante, por questões ligada à urbanização, até mesmo nesses terrenos há ocorrências de escorregamentos e inundações.

Os morrotes baixos, os morrotes alongados e os mares de morros formam um relevo de transição entre as colinas e as áreas mais acidentadas. São relevos com declividades médias (entre 15% a 30%). Na análise de potencialidades de ocorrência de escorregamentos (Capítulo V e Anexo 5) esses relevos são considerados como relativamente moderados. Dependendo de outros fatores como litologia, amplitude relativa de relevo e densidade de lineamentos morfoestruturais podem representar áreas suscetíveis ao desenvolvimento de escorregamentos.

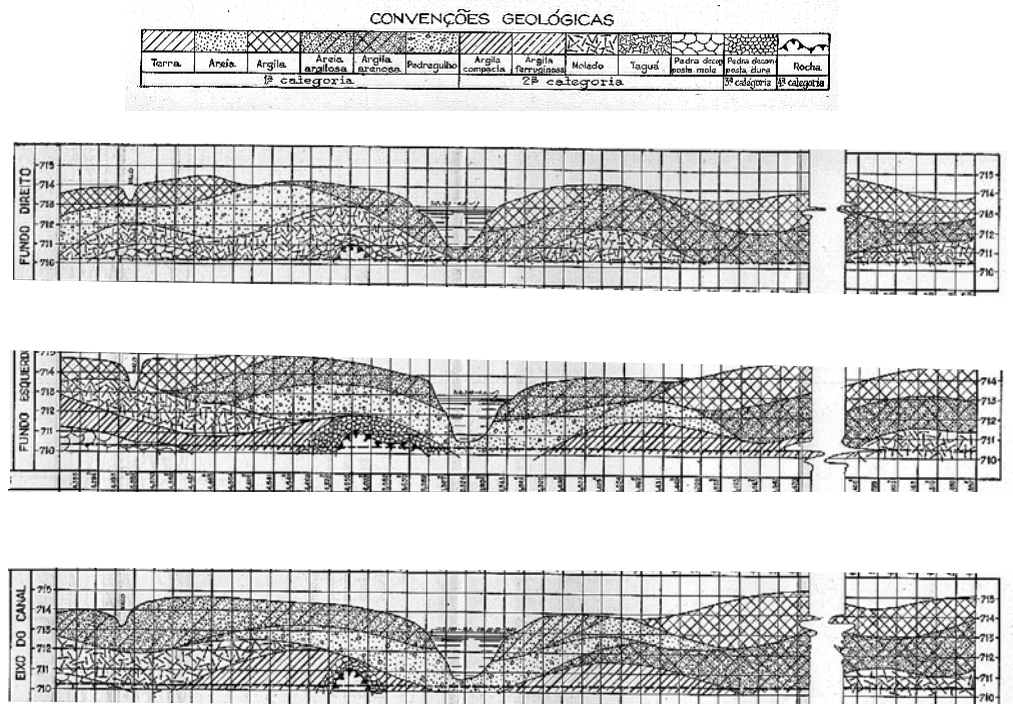
Os relevos de morros com serras restritas, as serras alongadas e as escarpas representam os relevos com maior declividade na área de estudos e os menos indicados para ocupação. Mesmo assim, atualmente, a expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo acaba por

estimular a ocupação dessas áreas. Na Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo está sendo discutida, atualmente, a criação das regiões metropolitanas de Santos (ou Baixada Santista) e de Campinas, justamente limitrofes a esses relevos de alta declividade e, por isso, não apropriados para a ocupação.

#### 2.4 - Estudos geotécnicos

Segundo Vargas (1992) as primeiras investigações com objetivos tecnológicos realizadas em São Paulo teve início com a perfuração de poços para coleta de água subterrânea.

Vargas (1980 e 1992) reconhece que somente em 1939, com a criação da Seção de Solos, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, as amostras de solos/sedimentos da Bacia de São Paulo puderam ser estudadas de forma sistemática em seus aspectos geotécnicos. Registra-se, no entanto, pelo menos no projeto de retificação do rio Tietê uma das primeiras preocupações quanto aos aspectos geotécnicos dos solos de São Paulo através de sondagens realizadas em 1929 (PMSP, 1950). A figura 17 reproduz três perfis transversais estudados para a retificação do rio Tietê cujas investigações talvez sejam as mais antigas realizadas em São Paulo abordando aspectos geotécnicos.



**Figura 17** - Perfis geológicos e geotécnicos transversais ao rio Tietê realizados para obra de canalização e retificação (PMSP 1950).

A partir da década de 40 muitas investigações geotécnicas, principalmente através de sondagens, foram realizadas em São Paulo, devido ao crescente número de obras de engenharia. Em 1945, segundo Vargas (1992), foi

possível apresentar um dos primeiros perfis geotécnicos, mostrando os sedimentos da Formação São Paulo. Este perfil foi realizado devido as investigações geotécnicas

para o projeto do Metropolitano de São Paulo, cuja idéia fora lançada pela empresa Light em 1927 (PMSP 1956).

Não se pode negar que os estudos geotécnicos realizados para a construção do metrô tiveram grande importância para o conhecimento dos solos de São Paulo. Neste sentido ressaltam-se os trabalhos de Cozzolino (1972), apresentando os dados geotécnicos obtidos pelas investigações realizadas para a construção da linha Norte-Sul do Metrô, e os trabalhos mais recentes de Rocha (1995) aproximando as novas conceituações sobre a estratigrafia da Bacia de São Paulo aos interesses geotécnicos e construtivos das obras do metrô.

Não obstante a grande quantidade de dados oriundos de investigações geotécnicas, ainda hoje as correlações de interesses geotécnicos e da mecânica de solo não estão esclarecidas. Vargas (1951) já tentava encontrar alguma correlação entre as espessuras iniciais de sedimentos da Bacia Sedimentar de São Paulo com as expectativas de pré-adensamento das “argilas de São

Paulo”. A mecânica de solos sempre procurou estabelecer as correlações dos diversos parâmetros geotécnicos em laboratório. Como demonstram Hachich & Neder (1992), as correlações entre variáveis geotécnicas não se esgotam em uma equação, principalmente devido a dificuldade de se repetir em laboratório ensaios envolvendo todas as variáveis e, ainda, devido à precariedade das informações provenientes das sondagens geotécnicas, muitas vezes executadas sem o acompanhamento de profissionais adequados.

Assim, excetuando-se alguns trabalhos, como o de Rocha (1995), na maioria dos estudos geotécnicos atualmente realizados em São Paulo ainda utilizam-se termos como “areias basais”, “argilas vermelhas”, “argilas porosas”, entre outros, que dão a impressão de uma estratigrafia totalmente homogênea, representada por sucessão vertical de camadas quando na realidade, as relações das unidades litoestratigráficas de São Paulo são bem mais complexas e diferenciadas.



## CAPÍTULO III

## A OCUPAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

*Brandindo achas e empurrando quilhas vergaram a vertical de Tordesilhas!*  
(Guilherme de Almeida - gravado no Monumento aos Bandeirantes, no Ibirapuera)

## 3.1 - Aspectos demográficos

A Região Metropolitana de São Paulo foi criada e regulamentada, juntamente com outras regiões metropolitanas, pela Lei Complementar Federal nº 14, de 8 de junho de 1973, tendo sido especificados os serviços metropolitanos de interesse comum, através da Lei nº 27 de 3 de novembro de 1975.

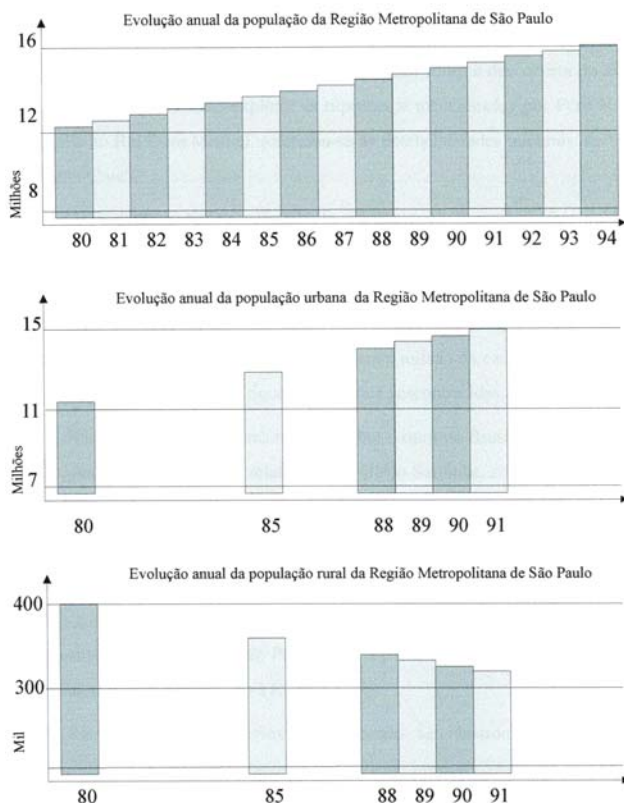
A Região Metropolitana de São Paulo congrega 39 municípios (Figura 1) com área total de 8051 km<sup>2</sup>, situada no curso superior do rio Tietê, Estado de São Paulo, acompanhando, a grosso modo, os limites desta bacia hidrográfica. Embora esta área corresponda a menos de 1% do território brasileiro, a sua superfície é equivalente a de alguns países, como Líbano (10.452 km<sup>2</sup>) ou Jamaica (10.991 km<sup>2</sup>).

A população residente na Região Metropolitana de São Paulo alcança cerca de 17 milhões de habitantes, superando países como o Chile (aproximadamente 14 milhões de habitantes) ou a Holanda (aproximadamente 15 milhões de habitantes). Mesmo com redução do ritmo de seu crescimento populacional, segundo os últimos censos, a Região Metropolitana de São Paulo constitui uma das

três maiores concentrações populacionais urbanas do mundo juntamente com a Cidade do México (25 milhões de habitantes) e Tóquio (19 milhões de habitantes), conforme dados disponíveis na Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Governo do Estado de São Paulo (<http://eu.ansp.br/~stm/>).

A população da Região Metropolitana de São Paulo concentra-se quase que exclusivamente na área urbana (cerca de 15 milhões em 1991). A população rural encontra-se em tendência de decréscimo (cerca de 340 mil habitantes em 1991), conforme dados disponíveis na Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (<http://www.seade.gov.br>). Na figura 18 têm-se os gráficos referentes a evolução populacional da Região Metropolitana de São Paulo.

Ainda, quanto as características demográficas da Região Metropolitana de São Paulo, a sua evolução segue aproximadamente a tendência mundial verificada neste século, caracterizada por intensa migração populacional rumo às áreas urbanas. Embora, na Região Metropolitana essa migração tenha sido quatro vezes mais intensa que a média mundial.



**Figura 18** – Dados sobre a evolução das populações total, urbana e rural da Região Metropolitana de São Paulo, conforme Seade (<http://www.seade.gov.br>).

## 3.2 - Histórico e urbanização da Região Metropolitana de São Paulo

### 3.2.1- Pindorama, país do futuro

Pouco se sabe sobre o período pré-colonial do Brasil. Sabe-se que o homem já habitava essas terras há pelo menos 8.000 anos ou mais, porém nada mais do que restos de artefatos sobraram para documentar essa história. Conforme Alencar *et al.* (1980) este fato é muito ruim, pois tudo é analisado com noções criadas pelos colonizadores, que sempre consideraram-se superiores aos nativos, designados de índios devido a um engano dos espanhóis, que imaginavam ter chegado à Índia através de uma nova rota marítima.

Portanto, a história da colonização do Brasil, principalmente de São Paulo, teve que submeter-se às necessidades dos colonizadores europeus. Dessas necessidades a principal foi o ouro, metal que desde o ano de 1445 tem sido adotado como base monetária internacional.

Soma-se a isso o declínio econômico de Portugal, levando D.João III a contrair uma dívida externa duas vezes e meia superior à receita da Coroa Portuguesa (Alencar *et al.* 1980).

Dessa forma, Portugal resolveu manter sigilo sobre a descoberta do Brasil, por não poder de imediato explorar as riquezas já mencionadas por Pero Vaz de Caminha ao Rei Dom Manuel, referindo-se às potencialidades minerais da “Terra de Santa Cruz”.

Os espanhóis haviam descoberto ouro em 1545, nas jazidas de Nova Espanha, conforme Martins (1984). Não por acaso a colonização no Brasil que até então cumpria o papel de resguardar as terras descobertas para Portugal, protegendo-a a partir do litoral, inicia, por aquela mesma época, a adentrar-se para o interior do continente, oficialmente com a missão da catequese mas de fato com o objetivo de prospectar riquezas minerais desconhecidas.

Não obstante as primeiras notícias sobre o ouro no Brasil datarem de 1552, na Capitania de São Vicente, relatadas pelo Bispo Sardinha, somente em 1590 foi divulgada a primeira notícia oficial da descoberta de ouro na Serra do Jaraguá (METAMIG, 1981).

A descoberta do Jaraguá não era tão interessante a ponto de justificar uma grande corrida ao ouro. Por sua vez, outras descobertas pelo interior utilizaram a infraestrutura montada em São Paulo para, a partir daí, explorar o continente ou retornar ao litoral com destino à Europa.

Por muito tempo, porém, Portugal não se mostrou interessado pela colonização do Brasil, implantando o extrativismo imediato à base de mão de obra escrava assegurando, assim, recursos para manter a salvo as novas terras em poder da Coroa Portuguesa.

Por sua vez, franceses, ingleses e holandeses mantinham visitas comerciais ou de ocupação ao novo continente, incentivando o extrativismo de pau-brasil através de atividades predatórias e nômades (Alencar *et al.* 1980). A Coroa Portuguesa reagiu a essas interferências

protegendo-se através do Tratado de Tordesilhas, que dividiam o novo mundo entre Espanha e Portugal.

Somente após 1530 Portugal inicia, através de D. João III, a colonização do Brasil, incentivando seu povoamento. Assim, Martim Afonso de Souza foi enviado ao Brasil com a missão de explorar o litoral entre o Maranhão e o rio da Prata, atacando os contrabandistas encontrados por essa região, além de organizar a ocupação efetiva da terra, estabelecendo núcleos de povoamento. Desta forma surgiu a vila de São Vicente, estrategicamente posicionada para alcançar o Paraguai e o Peru, alvo das conquistas espanholas (Alencar *et al.* 1980).

### 3.2.2 - A Fundação de São Paulo de Piratininga

Trinta e dois anos após Pedro Álvares Cabral desembarcar em terras brasileiras, o colonizador Martim Afonso de Souza estabelece uma colônia no sul do Brasil, denominada de Capitania de São Vicente, em local pertencente aos índios guaianases, habitantes do planalto, comandados pelo cacique Tibiriçá.

Martim Afonso de Souza foi precedido em sua chegada a essa região por João Ramalho, que já se tornara de confiança dos índios ao ponto de casar-se com a filha do cacique. Este fato ajudou na ocupação pacífica do litoral paulista pelos portugueses (Saint-Hilaire 1851).

Martim Afonso de Souza constrói uma pequena vila em São Vicente e inicia a exploração do interior atingindo, através da Serra de Paranapiacaba o planalto de Piratininga, onde se situavam os domínios de seu aliado, o cacique Tibiriçá.

A nova vila de São Vicente acabou desenvolvendo-se graças a agricultura e ao primeiro engenho de açúcar instalado em terras brasileiras, estabelecendo-se um comércio constante com Portugal e favorecendo a fundação da cidade de Santos por ser o local mais indicado para receber navios de grande calado (Saint-Hilaire, 1851).

Martim Afonso de Souza antes de voltar para Portugal em 1533, estabeleceu algumas regras para que as colônias do litoral não dispersassem esforços com a atração dos colonos em adentrar-se pelo interior do continente. Proibiu-se, assim, que os colonos subissem a Serra de Paranapiacaba, com exceção de João Ramalho. Após um pequeno período esta restrição foi revogada e a dispersão dos colonos pelos vales da Serra de Paranapiacaba acabou por enfraquecer a região de São Vicente (Saint-Hilaire 1851).

Em 1549 o Rei D. João III, atendendo a diversas queixas de seus súditos, envia ao Brasil o governador geral Tomé de Souza e a Companhia de Jesus, chefiada por Manoel da Nóbrega.

Quatro anos mais tarde, José de Anchieta junta-se à Companhia de Jesus. A capitania fundada por Martim Afonso de Souza começa a viver uma nova era graças aos esforços dos jesuítas na catequese dos índios. Percebendo que para serem verdadeiramente úteis aos índios e à missão de catequese, os jesuítas decidiram não ficar confinados ao litoral, habitado unicamente pelos

portugueses e escravos. Para isto, Nóbrega decidiu fundar um colégio no planalto de Piratininga, entregando esta tarefa a José de Anchieta (<http://anchieta.org.br>).

Assim, em 25 de janeiro de 1554 foi celebrada a primeira missa no novo estabelecimento, que recebeu o nome de São Paulo, homenagem ao santo cuja data de conversão ao catolicismo comemora-se neste dia.

Logo em seguida, o primeiro projeto de engenharia de São Paulo foi implantado através do engenheiro e padre Afonso Brás, inaugurando-se em 1 de novembro de 1556 o colégio e a igreja (Saint-Hilaire, 1851). Com o passar do tempo essas construções sofreram diversas reformas e parte do colégio foi demolida em 1882 passando o local a abrigar o Palácio do Governo. Quatrocentos anos após a primeira missa, uma réplica do

antigo prédio, que hoje abriga o Museu Padre Anchieta, foi construída (<http://anchieta.org.br>).

São Paulo foi elevada à categoria de vila em 1560 pelo governador geral da colônia, Mem de Sá sendo instalada a Câmara Municipal e a Alcaidaria. Nesta época a população da vila era de cerca de 80 habitantes (<http://anchieta.org.br>).

Um dos primeiros atos da Câmara Municipal foi a proibição de que os brancos escravizassem os índios. Entre outras atividades da Câmara Municipal, à época, já havia a preocupação com a inspeção da saúde pública (<http://anchieta.org.br>). Não tardou, o cacique Tibiriçá promoveu a aproximação dos índios à vila, transformando o local em uma nascente colônia (Figura 19).



**Figura 19** - Maquete da colina onde foi fundada a Vila de São Paulo, podendo-se observar a várzea do Carmo, o rio Tamandateí, o muro delimitando a vila e pequenas construções, destacando-se na porção central a igreja e o colégio (Museu Padre Anchieta).

São Paulo não foi o primeiro povoado a existir no planalto. Antes, Santo André já havia se tornado vila controlada por João Ramalho. Porém Santo André era constantemente alvo de ataques de índios inimigos devido a prática de escravização seguida pelos habitantes de Santo André. São Paulo, por sua vez, situado em local estratégico e seguro contra invasões graças a uma fortificação e, ao mesmo tempo dirigido por Anchieta, no qual os índios mantinham uma relação de confiança, teve as condições necessárias para se tornar uma próspera vila no interior do Brasil (Saint-Hilaire 1851).

Desde 1554 já se conheciam algumas ocorrências de ouro na região do planalto, fazendo com que garimpeiros começassem a ocupar os vales ao norte da vila de São Paulo, principalmente a região do Jaraguá e do Voturuna, em Santana de Parnaíba. Juliani (1993) faz uma interessante revisão bibliográfica acerca das primeiras informações sobre o ouro e sobre a atividade mineira em São Paulo. Esta atividade não foi a preponderante na região, porém incentivou a ocupação de terras além da colina de São Paulo, tornando essa localidade como a

principal vila de apoio para a exploração do interior do Brasil.

Não obstante, as minas de ouro próximas à vila de São Paulo se esgotarem no século seguinte, esta atividade econômica teve importância para o desenvolvimento da região (Juliani, 1993).

De certo, tanto São Paulo quanto outras vilas fundadas naquela época, eram mantidas essencialmente graças à exploração extrativa, sendo caracterizada como colônias de exploração fundadas no latifúndio ou baseadas nas grandes propriedades hereditárias.

### 3.2.3 - São Paulo, a primeira independência

A partir da notícia oficial do ouro no interior do Brasil, São Paulo ocupa um importante papel na exploração do continente pela sua localização geográfica. Massas de aventureiros saíram em busca das sonhadas montanhas de ouro ou dos imaginários rios dourados. Conseqüências não agradáveis, porém, ocorreram na estruturação daquela vila devido ao crescente número de

migrantes que partiram em busca do ouro. Se muitas cidades do interior surgiram dessa aventura, por sua vez, São Paulo cada vez mais se tornava uma vila de passagem, um ponto de apoio para a exploração do continente (PMSP 1992).

Logo atrás dos garimpeiros, os jesuítas acabaram adentrando-se pelo interior. A história reserva aos jesuítas nobre missão de educar o povo indígena, porém não se pode descartar que todas as inserções jesuíticas tiveram como única justificativa a de manter relações diplomáticas com os nativos. Não sem propósito a linguagem tupi foi intensamente utilizada pelos missionários e primeiramente grafada da forma que a conhecemos hoje por estes, sem contar as inúmeras localidades batizadas com nomes de origem tupi (Bueno 1982).

De qualquer forma, o papel dos Jesuítas foi muito importante na colonização do interior do Brasil, a partir de São Paulo, tanto com propósitos essencialmente religiosos, quanto como apaziguadores das tribos frente as invasões promovidas pelos portugueses no processo de conquista do território.

Não tarda que o século XVII torna-se um vai-e-vem de aventureiros transformando a Vila de São Paulo alvo de represálias devido aos abusos dos colonizadores com os povos nativos, ou mesmo devido a cobiças e interesses diversos de seus habitantes ou de seus inimigos (paraguaios, por exemplo). A ação dos paulistas no sentido de escravizar o índio fez com que os Jesuítas acabassem entrando em conflito com os mesmos. A consequência disso foi a expulsão dos Jesuítas da Vila de São Paulo em 1640. Nesta atitude, os paulistas posicionam-se com certa independência de Portugal. Mais tarde chegam a desafiar até o próprio Rei D. João IV, ao promoverem como “rei” Amador Bueno da Ribeira. Com a recusa deste, os paulistas acabam por reconsiderar suas posições perante a Coroa aceitando D. João IV como Rei. Mas, somente em 1653 permitem que os Jesuítas recuperem seus mosteiros e propriedades na Vila de São Paulo (Saint-Hilaire 1851).

### 3.2.4 - A cidade dos Bandeirantes ou uma bela moça sem dotes.

Em 1709, D. João V cria a Capitania de São Paulo e de Minas do Ouro, desmembrando-a da Província do Rio de Janeiro.

A Vila de São Paulo situava-se próxima às principais vias fluviais que serviam de eixo para o movimento dos colonizadores vindos do litoral em busca de riquezas minerais e de escravos índios. Nesta época fervilhava o movimento Entradas e Bandeiras que, a partir de São Paulo, foram agregando terras à Portugal. As vastas regiões de Goiás, Mato Grosso e Cuiabá, que até 1748 fizeram parte da Capitania de São Paulo, foram desmembradas devido a impossibilidade de serem administradas por um único governante. Também nesta época São Paulo volta a ser anexado ao Rio de Janeiro sofrendo um longo período de abandono administrativo (Alencar *et al.* 1980).

Com isso e aliada a intensa emigração de paulistas para as regiões auríferas, São Paulo entrava cada vez mais em declínio.

Em 1758 o Rei D. João V promulgou um decreto concedendo a liberdade a todos os índios do Brasil (Saint-Hilaire 1851). Assim, São Paulo recebe, em meio ao seu declínio, mais um golpe contra sua prosperidade, uma vez que as poucas atividades econômicas da cidade eram exercidas através do trabalho do índio escravizado, sendo que muitas famílias não possuíam outro bem senão os escravos indígenas (Alencar *et al.* 1980).

Percebendo a situação de miséria crítica vivida por São Paulo, D. João V em 1765, restaura a Capitania de São Paulo. Como as minas de ouro já haviam sido distribuídas e a caça aos índios estava proibida, os paulistas ficaram cerceados às atividades que exerciam havia mais de dois séculos. Desta forma, a agricultura inicia-se como a única atividade possível naquela situação. Assim, engenhos de açúcar são construídos e nas regiões onde havia pastagens, a criação de cavalo e gado tornou-se uma das principais atividades da economia paulista (<http://anchieta.org.br>). Por sua vez, os caminhos entre o litoral e São Paulo e deste para o interior, abertos pelo processo de colonização foram úteis para o escoamento da produção agrícola e mineral. Mais uma vez São Paulo se colocava numa situação estratégica pela sua localização geográfica. E, por determinação de Antônio José da França e Horta que assumiu o governo de São Paulo em 1802, foi proibida a concessão de cabotagem aos habitantes do litoral, impedindo que os agricultores enviassem seus produtos a um ponto mais distante do que Santos (PMSP 1992). Com esta medida, outros portos se enfraqueceram enquanto os negociantes de Santos tornaram-se donos do mercado e São Paulo a passagem natural de praticamente toda a produção vinda do interior.

Em 1808 o Rei D. João VI chega ao Brasil e equipara a colônia a Portugal. Um de seus primeiros atos foi a abertura dos portos às nações amigas, suprimindo as relações coloniais.

São Paulo se fortalece ainda mais com este ato pois possibilitou a expansão das relações comerciais acarretando com isso um desenvolvimento crescente da agricultura paulista, principalmente nas lavouras de açúcar e de café (<http://anchieta.org.br>).

Em 1822 D. Pedro I proclama a Independência do Brasil nos arredores da cidade de São Paulo, nomeando-a Sede Administrativa da Província e posteriormente, em 1823, Imperial Cidade (Alencar *et al.* 1980). Em 1827, por Decreto Imperial, é fundada a Academia de Direito do Largo de São Francisco. Até essa época, São Paulo não chegava a ter mais do que 10.000 habitantes, concentrados nas regiões designadas de Freguesias, da Sé, Santa Efigênia e Brás (<http://anchieta.org.br>).

Até 1870, São Paulo se caracterizava como uma cidade acadêmica, com sua área urbana muito próxima da área circunscrita inicialmente pelos muros da colina. A população nesta época atingia cerca de 30.000 habitantes, alcançando no final do século (em 30 anos) cerca de

240.000 habitantes na área urbana de São Paulo (<http://anchieta.org.br>).

Este crescimento populacional está estreitamente ligado à expansão da cafeicultura, que, por sua vez, propiciou a imigração europeia, especialmente a italiana intensificada a partir de 1887.

### 3.2.5 - Siamo tutti buona gente

Na primeira metade do século XIX o café era o principal produto econômico do Brasil, destacando-se as plantações na região do Vale do Paraíba do Sul e Campinas, financiando o crescimento, ainda que pequeno de São Paulo. A partir de 1870, a cultura do Vale do Paraíba do Sul entrou em declínio devido ao esgotamento do solo, promovido por um sistema de exploração inadequado (Alencar *et al.* 1980). Porém como o café continuava em alta, a expansão cafeeira intensificou-se para o oeste paulista e para o sul mineiro.

Entre 1850 e 1870 foram inauguradas, no Brasil, cerca de 70 fábricas que produziam chapéus, tecidos, sabão e cerveja, entre outros artigos que até então vinham do exterior. Além das fábricas, outras empresas foram instaladas no Brasil, como bancos, ferrovias e empresas de transporte urbano (Alencar *et al.* 1980). Boa parte desses novos investimentos foi financiada através do lucro da atividade cafeeira.

Os núcleos urbanos ganham nesse período maior importância. Acabam se fortalecendo como local aglutinador de mão de obra. O oferecimento de empregos na cafeicultura e nas empresas incentiva a imigração, principalmente a italiana.

Como consequência do importante papel econômico da São Paulo urbana, investimentos públicos para obras de arruamentos e conservação da cidade foram intensificados a partir de 1872, fazendo com que a estrutura urbana de São Paulo já estivesse efetivamente delineada no início da década seguinte (PMSP 1992). Assim, a cidade começava a se expandir para as áreas circunvizinhas aos atuais Estação da Luz, praça Duque de Caxias, Largo do Arouche, Bela Vista e Brás, este último recebendo a imigração italiana e as primeiras indústrias a se instalar em São Paulo (Alencar *et al.* 1980).

De forma irregular e não planejada, embora intensamente discutida na Câmara Municipal, a cidade de São Paulo foi crescendo, transformando antigas chácaras em bairros periféricos, tais como os bairros de Santa Cecília, Campos Elíseos, Vila Buarque, Bom Retiro e Liberdade.

Os arruamentos aos poucos alcançam o espigão central da cidade onde, no final do século XIX, seria aberta a Avenida Paulista.

Em 1886, a Câmara Municipal de São Paulo aprovou o primeiro código de obras do município, regulamentando obras de saneamento, higiene das habitações, abertura de novas ruas e logradouros públicos (<http://www.prodiam.pmsp.gov.br>).

Em 1890 a cidade de São Paulo contava com cerca de 65 mil habitantes ([www.anchieta.org.br](http://www.anchieta.org.br)), praticamente duplicando a população de 1870.

Ao contrário de outras cidades brasileiras, em São Paulo os grandes latifundiários da elite cafeeira optaram por residir na própria cidade, administrando daí os seus negócios. Esse fato influenciou significativamente nas mudanças urbanas da cidade que, na época, poderia ser definida como um centro comercial e financeiro cercado por uma periferia em parte aristocrática e em parte operária ou industrial (PMSP 1992).

Em 1900 a cidade de São Paulo já era habitada, em sua área urbana, por cerca de 240 mil habitantes (<http://www.ibge.gov.br>).

### 3.2.6 - O século XX - primeiros anos da República

São Paulo alcança o século XX sem nunca ter sido planejada para ser uma grande cidade. Desde os tempos dos Jesuítas poucas justificativas teve São Paulo para isso. Serviu-se, antes de tudo, por uma situação histórica em que se portou como cenário ilustre dos acontecimentos.

Nesse sentido, a colina onde se iniciou a cidade foi escolhida fortuitamente. Poderia ter sido qualquer outro local do extenso planalto e obviamente outros locais ofereciam condições similares à colina escolhida.

Por outro lado, a morfologia colinosa da região propiciou a fixação da cidade com a expansão no final do século XIX. Terrenos pouco acidentados, água em abundância, lençol freático raso e solos de fácil escavação constituíram fatores favoráveis. Com todos esses aspectos físicos favoráveis, aliados a uma rede de transportes estruturada durante sua história a convergir para o centro da cidade, e, concomitantemente, aos interesses econômicos da elite cafeeira, São Paulo teve a oportunidade de se expandir a partir de seu centro.

Nota-se que essa expansão, inicialmente, não causou nenhuma preocupação de crescimento ordenado ou planejado. No início do século XX a preocupação com a expansão urbana residia apenas em questões estéticas. Desta forma, Antônio da Silva Prado, prefeito de São Paulo de 1909 a 1911, realizou inúmeras intervenções na cidade, tais como: arborização de ruas e avenidas, remodelação do Jardim da Luz, abertura da Avenida Angélica, construção do Mercado Municipal e do Teatro Municipal (com fortes traços da arquitetura europeia) entre outros projetos que visavam o embelezamento da cidade (PMSP (1992)).

Não ter o planejamento adequado que orientasse o crescimento da cidade, talvez fosse devida à falta de convivência com os problemas que futuramente marcariam a cidade. Desta forma, enquanto existissem terras a serem povoadas através das colinas de São Paulo, e ainda havia muitas terras, a falta de um modelo de crescimento para a cidade não comprometia a sua expansão.

Ainda neste começo de século, o prefeito Antônio da Silva Prado viabiliza contratos para o fornecimento de

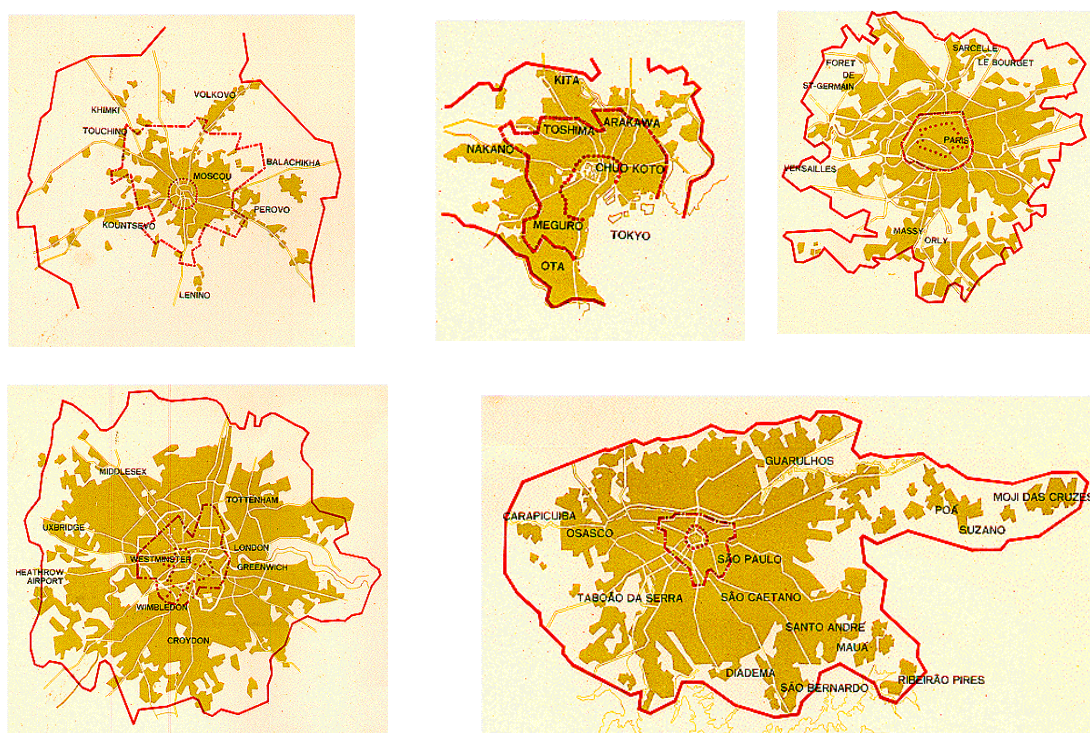
energia elétrica, água e transportes coletivos por bondes elétricos (PMSP 1992).

Porém, a população mais pobre vivia em estado de caos, não tendo acesso a muitos dos serviços públicos oferecidos pela cidade e em péssimas condições de moradias. Esta população residente nas regiões do Brás, Tatuapé, Canindé, Pari e Vila Prudente expandia-se para a periferia da Zona Leste de São Paulo, enquanto a aristocracia continuava a habitar a porção central e dirigir-se aos poucos para as áreas próximas aos rios Pinheiros e Tietê.

Em 1924 - 1925 São Paulo enfrenta, pela primeira vez, um problema decorrente de causas naturais. Nesses anos ocorreu uma grande estiagem, provocando a falta de água e de energia elétrica. Este quadro agravou-se, ou acabou por ficar em segundo plano, pelo bombardeio

intenso da cidade por tropas do governo ao dissipar a revolução tenentista, atingindo os serviços de fornecimento de água e energia elétrica, principalmente para a população operária (PMSP 1992). A população nesta época atingia a marca de 700 mil habitantes (<http://www.prodiam.pmsp.sp.gov.br>).

Na gestão de José Pires do Rio (1926 a 1930) foi regulamentado o Código Sabóia, que contemplava o Plano de Avenidas e previa a expansão radial do centro urbano rumo à periferia (<http://prodiam.pmsp.sp.gov.br>). Passados quase quatro séculos, São Paulo teria sua expansão ordenada por um planejamento urbano, que se não era o mais adequado pelo menos era um modelo urbano similar ao adotado por diversas cidades do mundo conforme ilustrado na figura 20.



**Figura 20** - Modelos de expansão urbana com crescimento radial das cidades de Moscou, Tóquio, Paris, Londres e São Paulo (PMSP 1969).

No período de 1930 a 1934, São Paulo teve doze prefeitos. Sinal de instabilidades políticas iniciadas em 1930 pela Era Vargas. Neste período a aristocracia cafeeira perde seu poder em São Paulo e cria-se uma crise de hegemonia entre as diferentes tendências políticas. De 1934 a 1953, São Paulo teve outros nove prefeitos, ou sejam, 21 prefeitos em 23 anos! Obviamente nessas duas décadas, com São Paulo ainda em ritmo acelerado de crescimento, acabaram se acumulando problemas urbanos impossíveis de serem solucionados a curto prazo, devido à inexistência de condições políticas de implantação de qualquer plano duradouro de planejamento territorial. As ações da Prefeitura de São Paulo limitaram-se, neste período, aos planos elaborados previamente e a ações

limitadas no sentido de oferecer novos serviços sociais à população (<http://www.prodiam.pmsp.sp.gov.br>).

Nesses anos a preocupação com a expansão da cidade além dos rios Tietê e Pinheiros fez com que grandes obras fossem levadas a efeito nesses locais, principalmente no que diz respeito a retificação desses cursos de água.

Já em 1866 (PMSP 1950) o então governador da Província de São Paulo, João Alfredo Correia de Oliveira, ressaltava a necessidade de dessecar os terrenos das várzeas dos rios Tamanduaté e Tietê para sua ocupação.

Em 1880 o governo do Estado nomeou uma Comissão para proceder estudos nos rios Tietê e Tamanduaté. Em decorrência da epidemia de febre amarela no início do século XX a sociedade ansiava por

obras de saneamento nos cursos de água da cidade (PMSP 1950).

Enquanto a cidade avançava rumo às várzeas do Tietê, Tamanduatê e Pinheiros, estes cursos de água eram cada vez mais utilizados para o sistema de esgotos da cidade que se baseava simplesmente na descarga pura e simples nesses rios que, por seus cursos, levariam os dejetos para fora da cidade (PMSP 1950).

As cheias nesses rios já afetavam a população e em 1929 ocorreu uma grande enchente em São Paulo atingindo diversos pontos já urbanizados, que avançavam pelas várzeas das principais drenagens (PMSP 1950).

Em relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê de 1950 (PMSP 1950), logo nas primeiras linhas do Capítulo I lê-se:

“A retificação do Tietê decorre essencialmente da necessidade de ser urbanizado extenso trecho da várzea do rio, situado dentro da cidade, constituindo terreno muito aproveitável para a edificação, o que em virtude das inundações, não se poderia fazer.”

Fica claro portanto que, se de um lado, a sociedade ansiava por medidas sanitárias para a situação dos rios de São Paulo, por outro as obras de retificação do Tietê, levadas a efeito para melhoria nessas condições, somente foram viabilizadas por um equívoco técnico no processo de urbanização da cidade, com o objetivo principal voltado à ocupação dos terrenos planos da várzea.

O aproveitamento hidrelétrico proporcionado pelas obras de retificação, através da transposição das águas do rio Pinheiros e dos complexos de barragens dos rios Grande e Guarapiranga veio então justificar ainda mais as obras de engenharia, transformando a morfologia meandrante dos rios da cidade em cursos retilíneos encaixados em extensas planícies de inundação.

À primeira vista, fora questões conceituais equivocadas como a mencionada anteriormente, o projeto de retificação do Tietê e Pinheiros introduzia uma série de melhorias, tais como: solução dos problemas de inundação das várzeas, eliminação de pernalongos transmissores de diversas doenças, aproveitamento do Tietê para a navegação, regularização das águas para seu aproveitamento hidrelétrico e oxigenação das águas devido a um presumível aumento de velocidade de escoamento, entre outras. Na prática, com o tempo, verificou-se que esses melhoramentos ficaram somente nos conceitos.

De certa forma, porém com a retificação dos rios Tietê e Pinheiros a cidade de São Paulo iniciava a sua expansão além desses obstáculos naturais, fugindo da região de colinas para os terrenos mais acidentados e periféricos da cidade.

Com isso, São Paulo expande-se para o norte ao transpor o Tietê e para o oeste, ao transpor o Pinheiros, chegando a área urbana, em 1930, a atingir Guarulhos, Santana e Nossa Senhora do Ó, ao norte; Lapa, Osasco e Butantã, a oeste; Vila Mariana, São Bernardo e Santo André, ao sul; e Penha, além do rio Aricanduva, a leste (PMSP 1969). Neste ano (1930), as várzeas são

intensamente adensadas com construções residenciais e industriais e as obras de retificação do Tietê estão em andamento.

São Paulo transforma-se em uma cidade industrial, sendo que na década de 1940 foram criadas mais de 10 mil estabelecimentos industriais e/ou comerciais consolidando a liderança de São Paulo no país e na própria América do Sul (EMPLASA, 1983).

### 3.2.7 - São Paulo quatrocentão

Em 1954 São Paulo comemorava seu quarto centenário. Nesta época já contava com mais de 2 milhões de habitantes, representando aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da população do Estado de São Paulo.

Ao final da década de 50, através da administração de Adhemar Pereira de Barros, foi elaborado o primeiro projeto de Planejamento Urbano para a cidade de São Paulo, de dimensões sociais mais abrangentes, porém pouco foi investido nessa gestão nas áreas de serviços urbanos e sociais (PMSP 1992). Neste projeto era destacada a necessidade de regionalização da administração municipal, conjugando a existência de várias realidades dentro do município.

No início dos anos 60, Francisco Prestes Maia assume a prefeitura e, em sintonia com a indústria automobilística, investe maciçamente em projetos viários na cidade de São Paulo (<http://www.prodham.pmsp.sp.gov.br>). São dessa época a construção das avenidas marginais, a 23 de Maio e a Cruzeiro do Sul. Assim, os vales que serviam apenas para drenar os esgotos da cidade são transformados rapidamente em grandes corredores viários, sem contudo deixarem de drenar os resíduos urbanos.

São Paulo continuava a crescer sendo desta época o *slogan* “São Paulo não pode parar”. Após 1964 a prefeitura, agora com suas Administrações Regionais, investia mais e mais na urbanização da cidade; entendendo-se por urbanização a execução de grandes obras, principalmente viárias, de engenharia. Assim é que Paulo Salim Maluf (1969 a 1971) notabiliza-se ao construir o Elevado Costa e Silva (famoso Minhocão) sobre a Avenida São João, descaracterizando de vez todo o centro urbano, e realiza obras de combate às enchentes e de saneamento básico, canalizando os córregos e sobre estes construindo novas avenidas.

O sucessor, José Carlos de Figueiredo Ferraz (1971 a 1973) inicia as obras do Metrô e cria o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, criando a primeira Lei de Zoneamento de São Paulo. Nesta época, metade da população utilizava água de poços, menos de 40% utilizavam-se de redes de esgotos e a poluição atmosférica já era preocupante. É de Figueiredo Ferraz a receita polêmica para a situação vivida em São Paulo: “São Paulo precisa parar” (PMSP 1992).

“Gerir São Paulo é o mesmo que gerir uma Suíça e uma Biafra”. Este desabafo de Olavo Setubal em 1975 retrata a situação contraditória a que chegara São Paulo em meados dos anos 70 (PMSP 1992). Também nesta época a

indústria em São Paulo acaba migrando para outras cidades vizinhas, sendo compensado pelo estabelecimento de grupos de serviços financeiros em São Paulo, que acaba transformando-se de uma cidade industrial para o centro financeiro do país.

Ser o centro financeiro não mudou nada a realidade de São Paulo, agora com a população sofrendo com o ritmo crescente do desemprego e convivendo com os diversos problemas decorrentes da falta de planejamento adequados para a ocupação regional.

O governo federal reconhecendo a situação de focos de pobreza absoluta em áreas periféricas aos centros urbanos acaba instituindo as Regiões Metropolitanas. Estas foram criadas pela Lei complementar Federal nº 14, de 8 de junho de 1973, tendo sido especificados os serviços metropolitanos de interesse comum, através da Lei nº 27, de 3 de novembro de 1975.

Em 1975, o governo de São Paulo cria a EMPLASA (Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo Sociedade Anônima), para viabilizar a formulação de diretrizes básicas para o desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo.

Entre outras atribuições, coube à EMPLASA produzir informações estatísticas e cartográficas, dar assistência técnica aos municípios metropolitanos através da elaboração dos Planos Diretores Municipais, desenvolvendo estudos sobre o uso do solo, urbanização e revitalização urbana.

Atualmente, a EMPLASA está viabilizando estudos para a implantação da Região Metropolitana da Baixada Santista e da Região Metropolitana de Campinas, duas áreas contíguas aos 8.051 km<sup>2</sup> da Região Metropolitana de São Paulo.



## CAPÍTULO IV

## GEOLOGIA URBANA

*A cidade é um fato histórico, geográfico e, acima de tudo, social.*

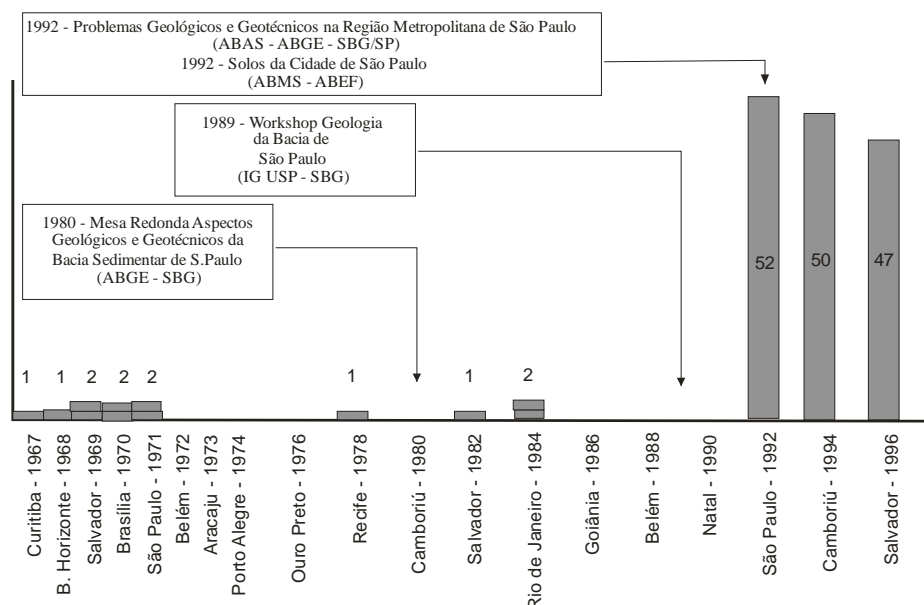
(Bernardo Furtado em <http://web.horizontes.com.br/~furtado/urban.html> - em 24/07/97)

#### 4.1 - A utilização do conhecimento geológico em áreas urbanas: uma análise crítica

O termo Geologia Urbana é muito recente, pelo menos no Brasil. Foi pela primeira vez utilizado durante o 38º Congresso Brasileiro de Geologia nomeando um dos simpósios daquele evento, ocorrido no ano de 1994. Naquela oportunidade, o termo Geologia Urbana foi utilizado para congregar trabalhos geológicos voltados aos problemas encontrados em áreas urbanizadas. Não obstante a recente introdução do termo Geologia Urbana

no país, diversos trabalhos já versavam sobre o assunto antes de 1994.

Desde a década de 60, trabalhos enfocando problemas decorrentes da interação entre processos geológicos e a urbanização são encontrados nos anais dos Congressos Brasileiros de Geologia. A figura 21 ilustra a evolução da preocupação da comunidade geológica brasileira com situações em que o conhecimento geológico marca sua presença para descrever ou caracterizar determinadas situações ocorridas em um meio urbanizado, quer sejam essas situações devidas a processos naturais ou induzidos.



**Figura 21** - Aumento do número de trabalhos relacionados à Geologia Urbana, apresentados em congressos geológicos da Sociedade Brasileira de Geologia, entre 1967 e 1996.

Ressalta-se nesses quase 30 anos de utilização do conhecimento geológico frente aos problemas urbanos que, dentre alguns acontecimentos merecedores de destaque, a maioria está relacionada à Região Metropolitana de São Paulo.

Em 1980, o assunto foi tema de discussão da mesa redonda “Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo” (ABGE/SBG, 1980). Em 1989, novamente o assunto foi abordado no “Workshop Geologia da Bacia de São Paulo” (IGUSP/SBG, 1989), voltando a ser tema de encontro em 1992 através dos eventos “Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo” (ABAS/ABGE/SBG, 1992) e “Solos da Cidade de São Paulo” (ABMS/ABEF, 1992). Além de todos esses encontros, a intensificação dos estudos geológicos na

RMSP nos últimos 20 anos conduziu à produção de diversas teses e dissertações defendidas junto ao IGUSP, tais como as de Carneiro (1983), Bergmann (1988), Riccomini (1989), Fittipaldi (1990), Dantas (1990), Juliani (1993), Takiya (1991 e 1997), Pellogia (1997), entre outras.

Nas décadas de 70 e 80, em diversos trabalhos houve a preocupação voltada à Cartografia Geotécnica com objetivo de planejamento urbano. Citam-se, neste contexto, as teses de doutoramento de Seignemartim (1979) e de Cottas (1983) enfocando a aplicação de estudos geológicos e geotécnicos nas áreas urbanas das cidades de Ribeirão Preto e de Rio Claro, São Paulo, respectivamente.

A Cartografia Geotécnica é enfocada também na tese de doutorado de Zuquette (1987), onde são propostos critérios metodológicos apropriados para as condições brasileiras.

A partir da década de 90, no entanto, surgem novas abordagens sobre a utilização do conhecimento geológico em áreas urbanizadas, principalmente devido ao ingresso de geólogos nas prefeituras municipais, notadamente na Prefeitura do Município de São Paulo. Diversifica-se, com isso, a utilização do conhecimento geológico aplicado aos problemas urbanos. Assim, a atuação do geólogo transcende ao do executor da cartografia geológica e/ou geotécnica para atuar em diversas frentes, tais como projetos de pavimentação, canalização de córregos, projetos habitacionais, aterros sanitários, análise de riscos de escorregamentos de solos, e outros. Muda-se, portanto, a escala de trabalho, adotando-se análises pontuais de observação dos aspectos geológicos ao nível dos afloramentos ou das sondagens de investigação geotécnica, sem no entanto, abandonar os trabalhos de escala regional.

Não obstante o seu pequeno aproveitamento como subsídio ao planejamento urbano, devido ao engavetamento desses produtos por técnicos de outras áreas ou por interesses políticos diversos, ou ainda pela inadequabilidade da escala como ocorrido na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo - Escala 1:500.000 (IPT, 1994), a cartografia geotécnica em escala regional é produzida.

Pellogia (1997) faz uma boa análise conceitual sobre a questão da cartografia geotécnica como metodologia aplicada ao planejamento urbano, concluindo que vários aspectos urbanos são deixados de lado na elaboração desses estudos. Como a cartografia geotécnica tem assumido eminentemente a missão de fornecer subsídios à ação do Estado, essencialmente ligado ao planejamento, e à regulamentação do uso do solo (Pellogia, 1997), tem sido eficaz somente quando e onde o interesse político estiver satisfeito. Ainda segundo Pellogia (1997, página 93) “na forma em que a sociedade se organiza hoje /.../ não há possibilidade de aplicação, que não seja parcial, dos produtos da Carta Geotécnica”, embora admitindo que isso não implicaria em abandonar o tema, mas sim propondo uma “mudança de postura que leve à realização do trabalho levando-se em conta também essas limitações /.../ sob pena de serem realizados ótimos trabalhos técnicos porém totalmente descolados (*sic*) da realidade objetiva”.

O autor desta tese concorda com a postura de Pellogia (1997 e 1998) ao comentar a cartografia geotécnica como instrumento de planejamento urbano uma vez que na maioria das vezes são subutilizados pelos planejadores. Como exemplo desta dicotomia pode ser citado o Projeto Curitiba, em fase final de desenvolvimento pela CPRM. Ao ser encerrado, após mais de 5 anos de seu início, a Região Metropolitana de Curitiba expandiu-se principalmente rumo às áreas de relevos cársticos, ao norte, e às áreas inundáveis, ao sul. Trata-se de um trabalho tecnicamente bem elaborado,

porém sem produzir os resultados práticos esperados, uma vez que os processos reais de ocupação de áreas urbanas escapam muitas vezes às considerações técnicas, estando mais relacionados às necessidades produtivas e de subsistência da cidade e da população que invariavelmente, conforme Rolnik (1992), podem ser considerados como completamente refratários à rota desejável do planejamento urbano.

Obviamente este desvio da rota desejável surge somente pela ação do homem como o principal agente modificador de seu ambiente, difícil de ser plotado com precisão sobre uma carta geotécnica ou sobre qualquer outro instrumento de planejamento, principalmente quando envolve parâmetros sócio-econômicos de difícil solução.

Conforme Carvalho & Prandini (1998), poucas cidades surgiram a partir de um planejamento prévio. No Brasil poucas cidades podem ser consideradas com planejamento anterior ao primeiro assentamento, tais como as cidades de Belo Horizonte, há 100 anos, Brasília, há 38 anos, e mais recentemente Palmas. Não obstante, os desvios da rota desejável são patentes mesmo nessas cidades, principalmente nas chamadas cidades satélites de Brasília ou nas áreas periféricas de Belo Horizonte. As demais cidades, inclusive São Paulo, surgiram antes de qualquer planejamento, por processos históricos de ocupação do território brasileiro.

#### 4.2 - Tecnógeno?

Todos os períodos e épocas geológicas são caracterizados por eventos geológicos e/ou paleontológicos particulares e que refletiram na evolução biológica ou da crosta terrestre. O estabelecimento de um novo tempo geológico, chamado de “Quinário” ou “Tecnógeno” parece ser ainda prematuro, posto que o período Quaternário já atende às atuais necessidades. Além disso, nem ao menos se sabe se haverá quem possa desfrutar dos registros deixados pelo homem atual.

Chemekov (1982) descreve os depósitos tecnogênicos como os formados pelas atividades do homem. Lembra, no entanto, que esses depósitos deverão estar representados em mapas de depósitos do Quaternário não propondo, desta forma, um novo período geológico para o seu entendimento.

Colocar o homem como agente capaz de modificar a paisagem pode ser um fato, porém responsabilizá-lo por caracterizar um novo período geológico é diferente. Seria o mesmo que caracterizar todo o Mesozóico às habilidades dos dinossauros, esquecendo-se que o planeta sofreu intensos processos de transformações crustais como a separação da Pangéia.

Antes, parece ser mais razoável colocar o homem apenas como um agente modificador da paisagem, assim como qualquer outro ser vivo interage na modificação de seu hábitat.

O Quaternário é o período geológico onde se deu o aparecimento mais conspícuo do homem, que tem provocado grandes transformações em seu hábitat.

É característico do homem o espírito de conquista, através da ocupação, da exploração e da adequação do habitat de acordo com as suas necessidades vitais. Hoje vê-se que esse habitat não está nem sequer restrito ao próprio planeta Terra. Tudo parece ser modificado pelo homem na ânsia de satisfazer o seu sentimento de antropocentrismo.

Antes, contudo, da ação do homem, deve-se considerar que as condições geológicas e geomorfológicas da área modificada já representam fatores predisponentes para que ocorra um evento catastrófico induzido pelas mudanças provocadas pelo homem.

O autor desta tese concorda com os exemplos apresentados por Peloggia (1998), quando o homem é caracterizado como agente modificador da paisagem. Esta modificação nem sempre é catastrófica como sugere Peloggia (1998). Ela é freqüentemente necessária, embora muitas vezes de difícil administração, pela escassez ou subutilização dos conhecimentos técnicos, podendo produzir efeitos catastróficos

Peloggia (1998) propõe o estabelecimento do tripé homem-natureza-indústria como alavanca para solução dos problemas geológicos urbanos. Este tripé, de fato, não existe fora da teoria marxista na análise desenvolvida por Mészáros (1981). Os problemas sempre existiram e, pelo menos em São Paulo, na década de 90 tem ocorrido uma transferência substancial do processo de industrialização para atividades de serviços, e nem por isso o homem deixou de modificar a paisagem e os problemas desapareceram nesses últimos anos. Esta tendência de transferência da mão de obra das atividades industriais para as de serviço é um fenômeno mundial, e torna-se mais evidente em São Paulo que em todo seu desenvolvimento se portou como uma cidade de oferecimento de serviços, apesar da forte industrialização ocorrida neste século.

De fato, o que existe é uma cumplicidade entre o homem e a natureza. O outro elemento proposto do tripé não existe, posto que a indústria é uma atividade essencialmente humana. Essa cumplicidade é delineada pelo que o homem pode buscar na natureza para satisfazer suas atividades e necessidades e pelo que a natureza pode oferecer em termos de potencialidades e fragilidades para o homem.

Portanto, faz sentido a crescente preocupação ambiental que se tem alastrado pelo mundo. Quem se preocupa é o homem em busca de um equilíbrio entre as necessidades humanas frente as fragilidades da natureza, surgindo jargões como o “desenvolvimento sustentável”.

Não sem propósito a década de 90 é considerada pelas Organização das Nações Unidas como a Decada de Redução de Acidentes Naturais. E, neste sentido, o homem além de participar da modificação de seu habitat, começa a se conscientizar de sua importância como agente explorador da natureza, e cada vez mais procura entender as potencialidades e fragilidades do meio em que está interagindo.

A importância da Geologia Urbana reside no fato de que, de cada seis pessoas cinco residem em áreas urbanas, portanto considerando o homem como agente

modificador da natureza, vê-se que é exatamente nessas áreas que modificações são mais marcantes. Por um lado, tratam-se de modificações intrínsecas às necessidades urbanas (transportes, por exemplo) e, por outro lado, pela busca do homem por uma satisfação mínima às suas necessidades, principalmente no que se refere à habitação.

Nesse contexto, a Geologia Urbana trata dos conhecimentos geológico, geomorfológico, geotécnico e hidrogeológico necessários para subsidiar as intervenções do homem no processo de urbanização, produzindo o menor impacto possível.

#### 4.3 - Escorregamentos: aspectos geológicos e geotécnicos

Entenda-se por escorregamentos qualquer tipo de evento que envolva deslocamento de solos e/ou rochas caracterizando um deslizamento ou escoamento de solos e/ou rochas, independente de sua velocidade de ocorrência de sua abrangência geográfica ou de seu registro geológico.

São aqui tratados somente aqueles desenvolvidos em regiões atualmente submetidas a condições tropicais.

Como se sabe, em regiões tropicais, normalmente os solos provenientes dos mantos de alteração são bem desenvolvidos, especialmente em suas espessuras (Tricart 1972). Isto se deve à intensa ação dos processos de intemperismo químico. No entanto, as espessuras desses solos dependem de vários fatores, tais como: litologias, estruturas, condições geomorfológicas e condições hidrológicas locais.

Esses fatores são exatamente os mesmos que caracterizam, juntamente com as condições climáticas locais, a evolução geomorfológica de uma região. Portanto, cabe considerar efetivamente que o processo de escorregamentos sejam um evento natural de evolução da paisagem geomorfológica, na busca de um equilíbrio entre os processos exógenos e endógenos. Este equilíbrio tende para superfícies completamente aplainadas, em conseqüência da erosão (incluindo escorregamentos) de áreas altas e conseqüente transporte e deposição da massa de detritos em áreas baixas (incluindo depósitos *stone lines*, depósitos coluviais e assoreamentos de drenagens).

Não obstante, os mantos de alteração em regiões tropicais, além de serem muito espessos, são também extremamente heterogêneos em composição. Esta heterogeneidade pode ser tão grande que se torna impossível prever a composição entre amostras contínuas espacialmente, verticais ou horizontais. Esta heterogeneidade é devida a diversos fatores, entre os quais destacam-se as composições litológicas e as estruturais originais, o clima atuante, a posição geomorfológica, as condições hidrológicas e até mesmo biológicas, definindo as condições exógenas e endógenas relacionadas ao processo de intemperismo, que interferem no desenvolvimento dos processos geomorfológicos.

Embora existam teorias aceitáveis sobre o comportamento mecânico dos solos em processo de

escorregamentos (Takahashi 1998), elas não traduzem a potencialidade e a previsibilidade de novas ocorrências em situações similares devido à heterogeneidades dos fatores condicionantes.

Nesse contexto, o princípio do atualismo ou do uniformitarismo traduzido para as condições de rupturas de taludes, ou escorregamentos atuais, deveria ser compreendido como um processo geológico ou geomorfológico, sujeito a outros fatores.

A reconstituição de um evento de escorregamentos, através da retroanálise, é válida para a compreensão do evento local, mas nem sempre os seus resultados podem ser transferidos para prognosticar a ocorrência do mesmo tipo de fenômeno em outras áreas. Não se descarta, contudo, esse método de análise, uma vez levada em conta a expectativa estatística de recorrência dos mesmos fatores que desencadearam o processo de escorregamentos.

Por sua vez, em escalas regionais e de interesse ao planejamento do desenvolvimento urbano, a retroanálise não se torna tão validada visto seus custos e dificuldades de aplicações em escala regional.

#### 4.3.1 - Fatores que condicionam os escorregamentos

Hoje em dia as causas dos escorregamentos são relativamente bem conhecidas nos meios técnicos e científicos, estando relacionadas às condições endógenas e exógenas.

No presente estudo será dada ênfase às causas exógenas, lembrando contudo que causas endógenas como tremores sísmicos, mesmo que induzidos, bem como erupções vulcânicas também podem desenvolver escorregamentos.

Entendem-se como processos exógenos aqueles cuja tendência é atuar sobre a paisagem geomorfológica de forma, com seu desenvolvimento, a construir superfícies niveladas por gradação ou sedimentação, ou atuar no sentido de fomentar os processos de degradação superficial da crosta terrestre promovendo o intemperismo, a erosão e os escorregamentos.

A seguir são descritos os principais fatores intrínsecos predisponentes à ocorrência dos escorregamentos, tais como litologia, estruturas, geomorfologia, hidrologia e clima. Os demais fatores que também podem contribuir são de menor importância, para a escala de trabalho utilizada na presente tese, como no

caso da vegetação que, por sua vez, depende das condições climáticas e geomorfológicas locais.

#### Litologia

Os atributos litológicos incluem composições mineralógica e química, estruturas e texturas que influem no desenvolvimento do manto de intemperismo. Esses atributos são importantes no entendimento do processo de escorregamentos, pois deles decorrem as propriedades relacionadas à resistência ao cisalhamento, permeabilidade, suscetibilidade à alteração, entre outras que afetam de forma particular a estabilidade dos taludes (naturais ou artificiais).

#### Estruturas

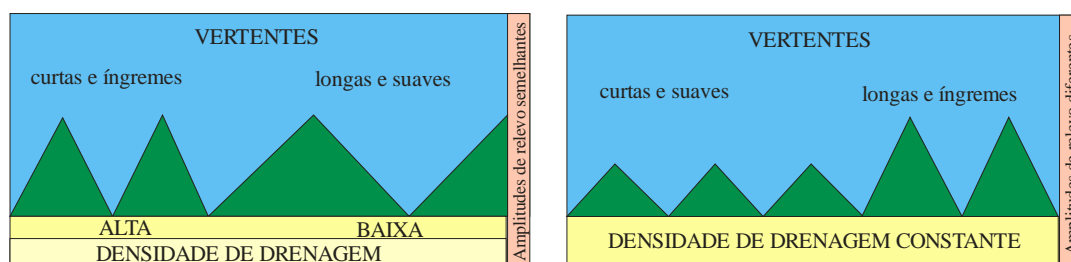
As estruturas do substrato geológico incluem as feições de descontinuidade das rochas, tais como falhas, dobras, juntas, planos de estratificação, e outras. Invariavelmente definem planos de descontinuidade por onde há percolação de água com intensificação dos processos pedológicos e que, em muitos casos de escorregamentos, funcionam como zonas de fraqueza desfavoráveis à estabilidade dos taludes.

Desta forma, áreas tectonicamente mais perturbadas, onde apareçam descontinuidades mais conspícuas, podem ser consideradas como mais propícias a terem solos mais espessos, sujeitos a processos morfogenéticos como escorregamentos mais atuantes.

#### Geomorfologia

As formas do relevo, caracterizadas pelas inclinações das vertentes, pelas amplitudes altimétricas e pelos processos geomorfológicos atuantes, principalmente os relacionados à ação da gravidade, são fatores que definem os graus de suscetibilidade às estabilidades dos taludes.

Christofolletti (1980) demonstra as relações entre a densidade de drenagem, a declividade e o comprimento das vertentes (figura 22). Segundo o autor pode-se inferir que quanto maior a densidade de drenagem em uma área com amplitudes topográficas constantes, mais curtas e inclinadas serão as vertentes; por outro lado, quanto maior a amplitude altimétrica em uma área de densidade de drenagem constante, mais longas e inclinadas serão as vertentes (Christofolletti 1980). Quanto mais íngremes as vertentes mais sujeitas estão aos processos morfogenéticos de escorregamentos.



**Figura 22** - Relações entre densidade de drenagem, declividade e amplitude de relevo. Modificado de Christofolletti (1980).

## Água

Ao lado da gravidade, a água é o principal fator que influi na estabilidade dos taludes. A água, além de atuar nos processos de intemperismo e de transporte, modifica os estados de tensão dos maciços de solos.

O solo é constituído de grãos e vazios preenchidos total ou parcialmente por água, ou outro fluido. A interação entre a estrutura do solo e o fluido dos vazios determina o comportamento geotécnico do solo.

Esta estrutura possui uma resistência máxima de suporte a um carregamento. As tensões ao cisalhamento só podem ser resistidas pelas partículas do solo, uma vez que a água não possui resistência ao cisalhamento. No entanto, a tensão normal em qualquer ponto do solo é a soma da carga transmitida pelas partículas sólidas e a pressão do fluido dos espaços vazios, segundo Bishop & Henkel (1962).

Sem entrar na formulação matemática do processo de cisalhamento, pode-se considerar que quanto maior for a pressão neutra exercida pela água no solo, menor será a resistência ao cisalhamento dos solos. Simons & Menzies (1981) apresentam uma elucidativa formulação

matemática desta condição de cisalhamento relacionada à pressão neutra.

É importante, portanto, para o processo de escorregamentos determinar as condições de permeabilidade e de saturação dos solos. Tais condições podem ser, no entanto, estimadas indiretamente em estudos de escala regional.

Para Soares e Fiori (1976) a permeabilidade pode ser inferida relativamente, uma vez que é inversamente proporcional à densidade de drenagens, em uma área com o mesmo índice pluviométrico, pois densidades maiores significam menor potencial de infiltração e vice-versa.

### 4.3.2 - Desastres urbanos envolvendo escorregamentos

Os escorregamentos no Brasil são bem documentados, principalmente pela imprensa, devido à repercussão que causa quando ocorrem em áreas habitadas. Augusto Filho (1994) apresenta um quadro resumido (Tabela 1) mostrando os principais acidentes deste tipo ocorridos no Brasil.

Observa-se que, em geral, nesses desastres sempre ocorrem perdas de vidas e destruição de moradias.

LOCAL	DATA	Perdas
Santos/SP	1928	60 mortes, destruição parcial da Santa Casa de Santos
Vale do Paraíba RJ/SP	dez/1948	250 mortes, destruição de centenas de casas
Santos/SP	1956	43 mortes, destruição de 100 casas
Rio de Janeiro/RJ	jan/1966	100 mortes
Serra das Araras/RJ	jan/1967	1200 mortes, destruição de dezenas de casas, rodovias e uma usina hidrelétrica avariadas
Caraguatatuba/SP	mar/1967	120 mortes, milhares de desabrigados
Salvador/BA	abr/1971	104 mortes, milhares de desabrigados
Campos do Jordão/SP	ago/1972	mais de 10 mortes e destruição de 60 moradias
Maranguape/CE	abr/1974	12 mortes, destruição de dezenas de casas
Lavrinhas/SP	dez/1986	11 mortes, destruição de casas e pontes
Cubatão/SP	jan/1988	10 mortes
Petrópolis/RJ	fev/1988	mais de 30 mortes, destruição de dezenas de moradias
Rio de Janeiro/RJ	fev/1988	mais de 30 mortes, destruição de dezenas de moradias
Salvador/BA	jun/1989	cerca de 100 mortes, destruição de dezenas de moradias
São Paulo/SP	out/1989	14 mortes
Recife/PE	jul/1990	cerca de 10 mortes
Blumenau/SC	out/1990	cerca de 10 mortes, destruição de várias moradias, pontes e rodovias
São Paulo/SP	out/1990	cerca de 10 mortes
Belo Horizonte/MG	jan-fev/1992	mais de 10 mortes
Contagem/MG	mar/1992	36 mortes, destruição de dezenas de moradias e centenas de desabrigados
Salvador/BA	mar/1992	11 mortes

**Tabela 1** - Acidentes importantes relacionados à deflagração de escorregamentos no Brasil (Augusto Filho 1994).

Esses desastres ocorrem principalmente entre os meses de outubro e abril, caracterizados por altas precipitações pluviométricas.

Bandini (1992) apresenta um relato sobre os escorregamentos ocorridos na década de 80 no município de Franco da Rocha, ao norte da Região Metropolitana de São Paulo. Pellogia (1997) e Takiya (1997) descrevem casos de eventos de escorregamentos ocorridos mais recentemente no município de São Paulo.

Takahashi (1998) descreve alguns casos históricos de desastres devido a escorregamentos no Japão, entre outros o do rio Harihama em Izumi, ocorrido em julho de 1997, quando 21 pessoas morreram e diversas habitações foram destruídas; o escorregamento de Gamaharazawa ocorrido em dezembro de 1996 matando 14 pessoas; e o escorregamento de Horodani ao norte do Japão, ocorrido em agosto de 1979 vitimando 3 pessoas e destruindo dezenas de residências.

Leveson (1980) cita alguns desastres devido aos escorregamentos no mundo, tais como os do Monte Huascaram no Peru em 1970, com mais de 20.000 mortes; o da cidade de Nicolet no Canadá em 1955, com 3 mortes e destruição de várias casas e prédios; o escorregamento do vale de Vaiont na Itália em 1963 provocando a destruição da vila de Longarone devido ao extravasamento de águas de uma barragem devido às ondas formadas no reservatório pelo escorregamento. Outros acidentes citados pelo autor são os de Palos Verdes, Los Angeles, e Seattle, nos Estados Unidos, Hong Kong e Rio de Janeiro.

#### **4.4 - O problema das inundações na Região Metropolitana de São Paulo**

A história da urbanização da Região Metropolitana demonstra que os governos nunca se preocuparam com os vários problemas que assolam a população, em especial os relacionados às enchentes.

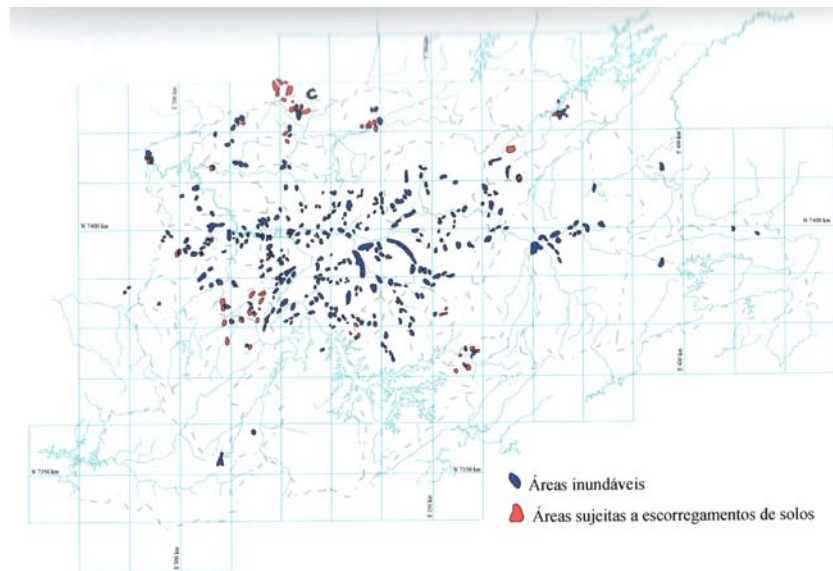
Talvez as primeiras preocupações com o desenvolvimento relacionados às drenagens da Região Metropolitana de São Paulo foram simplesmente as de transposição desses obstáculos naturais ou de utilização das mesmas como meio de descarga de esgotos. São

exemplos, as preocupações de transposição do Vale do Anhangabaú, da Várzea do Carmo e dos rios Aricanduva, Pinheiros e Tietê, sempre com resultados que levaram à ocupação de novos espaços pela área urbana, criando inclusive condições para ocupação até das planícies de inundação.

A rede hidrográfica da Região Metropolitana de São Paulo é constituída pela bacia do Alto Tietê e parte das bacias dos rios Paraíba do Sul, Juquiá, Sorocaba, Jundiá, Médio Tietê e Vertente Atlântica. Percebe-se que toda essa rede hidrográfica é representada exclusivamente por cabeceiras de todas essas bacias. Tal condição peculiar, aliada à inexistência histórica de planejamento global dos recursos hídricos, conforme EMPLASA (1985), implica na escassez relativa de água para a Região Metropolitana de São Paulo. Desastrosamente, as leis de Proteção aos Mananciais (Leis Estaduais n.ºs 898/75 e 1172/76) acabaram incentivando, justamente nessas áreas, a ocupação clandestina por parte da população, trazendo com isto problemas de poluição e assoreamento principalmente dos reservatórios de Guarapiranga e Billings. Em 1997 a legislação sobre os mananciais da Região Metropolitana de São Paulo foi modificada objetivando, entre outros aspectos, solucionar os conflitos de ocupação dessas áreas.

A Bacia do Alto Tietê situa-se à montante da barragem de Pirapora do Bom Jesus atingindo praticamente todos os municípios da Região Metropolitana de São Paulo, exceto Guararema, Jquitiba, Santa Isabel e Vargem Grande Paulista. Esta bacia encontra-se praticamente toda em área urbana e faz parte do Sistema Hidrelétrico de Cubatão, que, por meio de reversão do curso através de bombeamento das águas nas barragens de Edgard de Souza, Traição e Pedreira, faz com que as águas do rio Pinheiros fluam à montante de forma a aproveitar o desnível de mais de 700 m entre o planalto paulistano e o litoral, gerando assim energia elétrica.

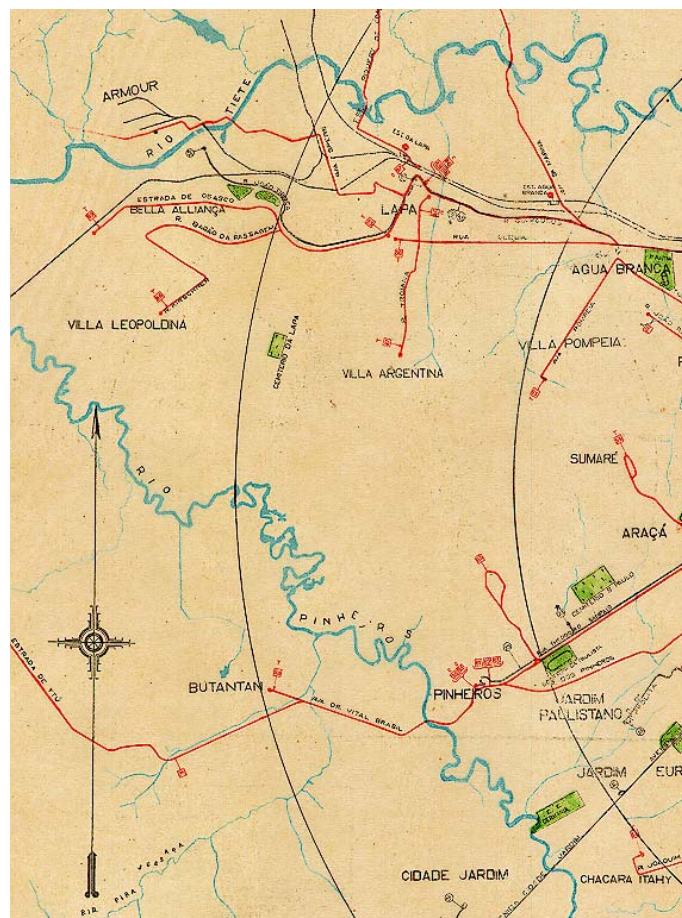
Os principais pontos críticos suscetíveis à inundação da Região Metropolitana de São Paulo, a maioria estão situados na bacia do Alto Tietê. A figura 23 apresenta as áreas sujeitas à inundações conforme levantamento de EMPLASA (1985).



**Figura 23** – Áreas inundáveis e com ocorrências de escorregamentos de solos na Região Metropolitana de São Paulo (EMPLASA 1985)

Ab'Saber (1957) ao descrever a geomorfologia do sítio urbano de São Paulo, caracteriza o relevo urbano daquela época como composto por sistemas de colinas, terraços e planícies aluviais. Deste modo, o relevo seria pouco movimentado, destacando-se as planícies extensas dos rios Tietê e Pinheiros, originalmente meandantes, conforme mostram os mapas anteriores à canalização

desses rios (Figura 24). Porém, atualmente o sítio urbano ultrapassou muito os limites descritos por Ab'Saber (1957), ocupando terrenos mais acidentados, enquanto os rios Tietê e Pinheiros hoje encontram-se canalizados, tendo sido eliminados os antigos meandros destes com a ocupação urbana das suas planícies de inundação.



**Figura 24** - Rios Tietê e Pinheiros, meandantes, representados em mapa da Comissão de Estudos de Transportes Coletivos do Município de São Paulo ( PMSP 1943).

A condição natural meandrante das principais drenagens da bacia do Alto Tietê é explicada pelo estrangulamento natural da bacia na região de Barueri e Osasco. Ab'Saber (1957) descreve nesta região uma anomalia de drenagem, representada pelo estrangulamento da planície aluvial a jusante do meandro encaixado do Tietê na região do morro de São João, em Osasco, onde o Tietê foi retificado, porém a feição desse meandro encaixado ainda é possível de ser visualizada em imagens de satélite recentes (figuras 12 e 13).

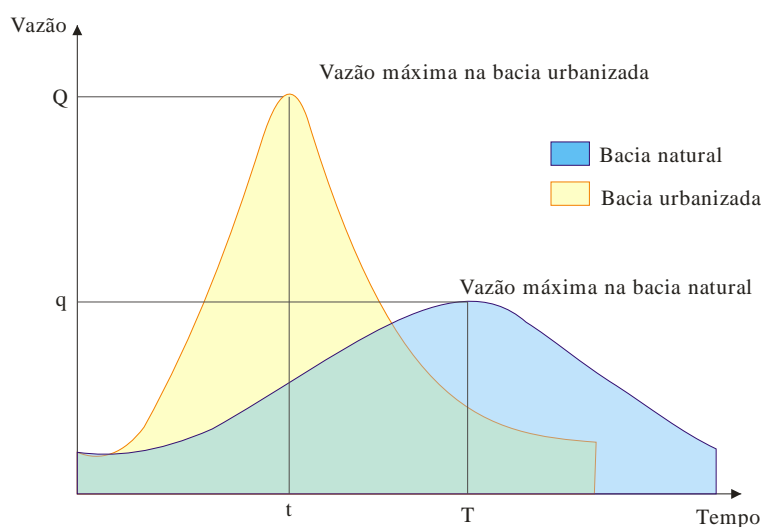
Esta paisagem natural da região, caracterizada por largas planícies de inundação e rios meandantes, com áreas de estrangulamento, transformam as planícies de inundação em áreas potencialmente inundáveis.

Obviamente, o regime pluvial e as condições de permeabilidade da região devem ser levados em conta também para a caracterização dessas áreas como potencialmente sujeitas às inundações.

Por outro lado, o processo de urbanização crescente causou sensível diminuição na permeabilidade original das unidades geológicas afetada pelo calçamento, cimentação e asfaltamento. A consequência disso é o

aumento da velocidade de escoamento das águas para os leitos dos córregos e rios, causando a erosão das vertentes e o rápido aumento do nível de água levando ao transbordamento e inundação de áreas urbanizadas.

DAEE (1984) descreve os fatores que afetam o escoamento superficial das águas, destacando justamente a impermeabilização das bacias, em áreas urbanas, como responsável pelos aumentos dos picos de cheia com tempos de escoamento cada vez menores, conforme ilustrado na figura 25. Além da impermeabilização, DAEE (1984) considera as condições climáticas (temperatura, velocidade dos ventos, regime de chuvas, etc) e fisiográficas (área, forma, declividade, elevação, densidade de drenagem, etc) como fatores que influem no regime de escoamento superficial das águas. Outros fatores podem ser mencionados, sendo que um dos mais característicos na Região Metropolitana de São Paulo é a diminuição da capacidade de descarga dos canais causada pelo assoreamento ou obstrução por obras civis, tais como pilares sobre o leito, pontes, ou mesmo obras de escoamento subdimensionadas ou ocupação desordenada das margens dos córregos.



**Figura 25** - Modificações teóricas no hidrograma vazão x tempo pela impermeabilização das vertentes urbanizadas, DAEE 1984.

Uma das soluções de engenharia encontrada para a diminuição dos problemas de inundação na Região Metropolitana de São Paulo tem sido a construção de reservatórios de armazenamento de águas pluviais em áreas de cabeceiras de drenagem, evitando-se assim o

rápido escoamento para os canais fluviais principais. O primeiro reservatório construído está situado sob a praça Charles Miller no bairro do Pacaembu, tendo sido sua obra iniciada e finalizada na primeira metade da década de 90 (figura 26).





**Figura 26** - Aspectos da obra de construção do Reservatório sob a Praça Charles Miller, São Paulo.

Este reservatório tem evitado os problemas de enchentes que ocorriam na avenida Pacaembu, devido principalmente ao subdimensionamento das antigas galerias pluviais, situadas abaixo da avenida, além de diversas obstruções causadas por raízes e até troncos de árvores, canos de abastecimento cruzando a galeria, pilares de obras, etc.

Novos reservatórios estão sendo construídos na Zona Leste (Reservatório de Aricanduva) e na Zona Sul (Reservatório de Águas Espraiadas).

Infelizmente, a Região Metropolitana de São Paulo chegou a um estágio em relação às inundações, que somente medidas que envolvam projetos estruturais de engenharia, tais como as obras de construção de reservatórios e novas canalizações apresentam algum resultado como medidas para atenuação das conseqüências causadas pela própria forma de ocupação das planícies de inundação. Dentre as medidas não-estruturais de controle de enchentes, somente aquelas decorrentes de uma rígida legislação tem surtido algum efeito, tais como as restrições impostas com a criação do Parque Ecológico do Tietê, embora não evitando ocupações, como o ocorrido no Jardim Pantanal (Zona Leste).

#### 4.5 - Outros problemas relacionados à Geologia Urbana na Região Metropolitana de São Paulo

##### 4.5.1- Aterros sanitários

Talvez, os mais expressivos depósitos construídos exclusivamente pela ação do homem são os aterros sanitários, principalmente os do município de São Paulo, onde cada habitante produz em média 1,5 kg de lixo diariamente.

O município de São Paulo, com cerca de 10 milhões de habitantes, chega a produzir 15 mil t de lixo por dia incluindo os resíduos de origens domiciliar, comercial, industrial, hospitalar, de construção civil, de podas de árvores e de varrição urbana (Rodríguez & Figueira 1991).

Deste total, os aterros sanitários recebem cerca de 12 mil t diárias de resíduos (cerca de 87% do total),

equivalente a carga de 2600 caminhões de lixo por dia (dados estatísticos de acompanhamento disponíveis em LIMPURB - Departamento de Limpeza Urbana, Secretaria de Serviços e Obras, PMSP). Os 13% restantes são destinados à compostagem, à incineração, aos depósitos clandestinos ou simplesmente lançados nas drenagens.

Os problemas de operação, de contaminação de aquíferos, de estabilidade dos taludes, entre outros, são comuns nos aterros sanitários. A prospecção de áreas para abrigar novos aterros também é problemática, uma vez que a urbanização e as áreas de mananciais legalmente protegidas restringem a localização às regiões periféricas, nem sempre adequadas quanto às condições geológicas ou hidrogeológicas.

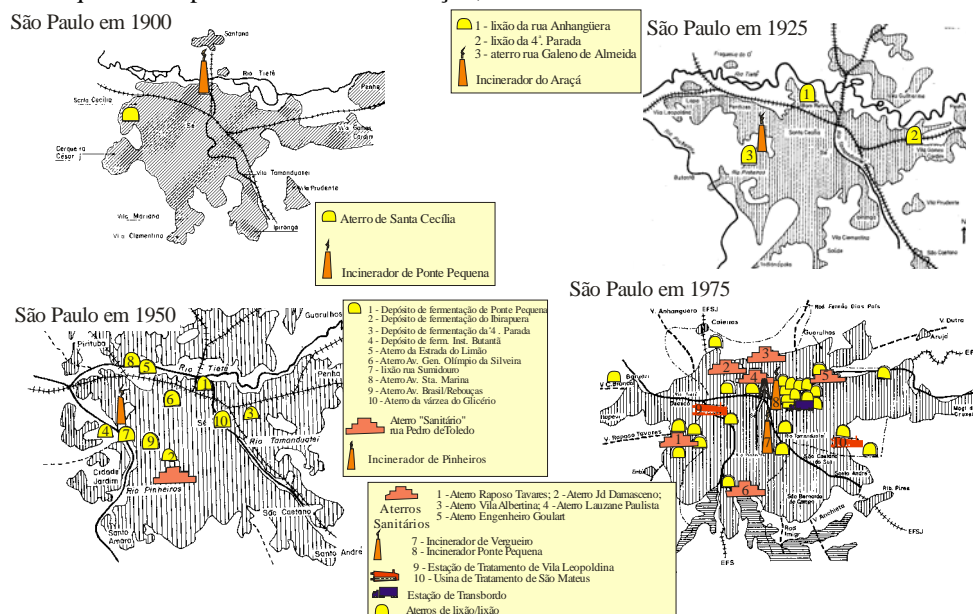
#### Histórico sobre o destino do lixo em São Paulo

As primeiras iniciativas do poder público municipal, em São Paulo, no sentido de considerar a questão dos resíduos sólidos como um problema a ser equacionado, datam do século passado, através da definição de áreas especiais onde os próprios municípios pudessem depositar o lixo gerado, conforme Ogata (1983). Naturalmente, estes espaços, situados nos limites da área urbanizada, foram incorporados pelo processo de expansão da cidade, inviabilizando esta primeira iniciativa pública de gestão do lixo e justificando a implantação de um serviço de coleta municipal.

O serviço de coleta de lixo no início deste século era realizado através de carroças. Os resíduos eram despejados em depósitos a céu aberto, sem nenhum controle sanitário ou preocupação ambiental, ou à incineração (cerca de 10% do total de lixo), à reutilização como adubo de lixo *in natura* (cerca de 20% do total de lixo) e à reciclagem de matéria prima (menos de 1% do total de lixo), conforme Ogata (1983). O principal depósito a céu aberto deste período (1850 a 1900) foi o de Santa Cecília, local hoje totalmente ocupado pela urbanização (figura 27).

Em 1925 tem início a operação de processos precursores da compostagem do lixo, através de processos de fermentação induzida por temperaturas. Este processo viabiliza, até 1950, a utilização do lixo como adubo, representando até 50% da capacidade do sistema de destinação final, conforme Ogata (1983). Nesse período foram instalados quatro depósitos de fermentação,

localizados nas regiões da Ponte Pequena, Ibirapuera, Quarta Parada e Instituto Butantã (figura 27). Além desses depósitos, aterros ou lixões, foram utilizados em regiões hoje totalmente urbanizadas como nas proximidades das avenidas Brasil e Rebouças, Rua Pedro de Toledo, Várzea do Glicério, rua Sumidouro, entre outros (figura 27).



**Figura 27** - Localização das áreas receptoras de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo desde o começo do século até o ano de 1975, conforme Ogata (1983).

A partir da segunda metade deste século, São Paulo adquire características de metrópole e começam a ser incentivados os processos de incineração, em fornos, dos resíduos sólidos, através das usinas de Vergueiro e Ponte Pequena. A partir de São Paulo, conforme Ogata (1983), foi difundida pelo mundo inteiro a instalação de fornos para incineração; porém atualmente só o forno da usina de Vergueiro está em operação em São Paulo, sendo que o da Ponte Pequena foi desativado em 1997.

A disposição de resíduos em lixões ainda se tornaria predominante até o início da década de 70, procedimento cada vez mais incompatível com o crescimento vertiginoso da zona urbanizada. Neste período são inauguradas as duas estações de compostagem de lixo orgânico, as usinas de São Mateus e de Vila Leopoldina, ambas em operação nos dias de hoje.

Em 1977 foi elaborado um plano diretor para a destinação final dos resíduos sólidos gerados no município de São Paulo, através de um sistema de estações de transbordos e aterros sanitários. Desde então, uma média de 87 % dos resíduos sólidos produzidos em São Paulo são destinados aos aterros sanitários, 10% destinados às usinas de compostagem e 2% incinerados (lixo hospitalar), quando o sistema funciona normalmente. No início deste ano (1998) o incinerador da usina de Vergueiro teve suas atividades interrompidas por problemas de manutenção e cerca de 5.000 t de lixo hospitalar armazenados no incinerador de Ponte Pequena foram destinados ao aterro de São João na Zona Leste.

A partir de 1990, começa a ser implantada a coleta seletiva com o objetivo de viabilizar a reciclagem de matérias primas para a indústria de transformação (plásticos, vidros, latarias e papéis), além de prolongar a vida útil dos aterros em funcionamento com a redução da quantidade dos resíduos produzidos diariamente. Em 1992 a coleta seletiva foi sensivelmente diminuída não representando hoje nem 1% do total de destinação final do lixo em São Paulo. No entanto, somente menos de 10% do total de lixo produzido em São Paulo não teriam outra destinação a não ser os aterros sanitários.

Torna-se importante ressaltar que a cada mês as reservas dos aterros sanitários implantados no município de São Paulo estão se esgotando e novas áreas, cada vez mais distantes, e em breve abraçadas pelo crescimento da zona urbana, tornam-se raras para sustentar o modelo atual de destinação dos resíduos produzidos pela metrópole. Portanto, o modelo de destinação dos resíduos aos aterros sanitários, adotado atualmente em São Paulo, encontra-se em vias de saturação total.

Por outro lado, mesmo causando impactos óbvios como poluição das águas subterrâneas e superficiais, os aterros sanitários tornam-se, em termos econômicos e até em termos de fonte poluidora, ainda mais adequados do que a incineração do lixo. Queimar 15 mil t diárias de lixo numa cidade já comprometida com a poluição do ar devido às indústrias e aos automóveis seria uma catástrofe.

Quanto à compostagem e à reciclagem, embora viáveis devido à composição do lixo, necessitam de investimentos bastante elevados para tratar, de forma

industrial, os resíduos sólidos produzidos diariamente. Cabe ao poder público, portanto, considerar se o fato de tratar dos resíduos urbanos deve ser um investimento que gere poucas despesas ou uma das prioridades sociais e conseqüente investimentos condizentes.

### Fases de desenvolvimento dos aterros sanitários

Rodriguez e Figueira (1991), estudando o desenvolvimento de um plano de monitoramento e recuperação de aterros sanitários, reconheceram cinco fases ou estágios diferentes de desenvolvimento dos aterros sanitários no Município de São Paulo, a saber:

- Fase de implantação: fase de escolha do local e preparação do terreno para a destinação final dos resíduos sólidos (figuras 28, 29 e 30);
- Fase de operação: fase em que a área está recebendo os resíduos sólidos, constituindo o alternamento do maciço através da elaboração de “celas” conforme ilustrado na figura 31, e construção de drenos de chorume e de gás.

- Fase de desativação: fase em que o maciço está se esgotando para o recebimento de resíduos sólidos, com previsão de menos de 6 meses de reserva. Isto implica necessariamente em encontrar novas alternativas para a destinação final dos resíduos normalmente recebidos.

- Fase de maturação: fase em que o maciço começa a se estabilizar quanto às produções de gases e de percolados e quanto a ocorrência de recalques, após sua desativação total.

- Fase de reabilitação: final da recuperação do aterro adequando-o a um uso determinado e novo, ou aquele antes da implantação, seguindo um projeto prévio. Até chegar a esta fase um aterro sanitário leva mais de 20 anos.

As áreas dos aterros sanitários mais antigos, da década de 70, estão somente agora sendo reutilizadas, ainda com alguns problemas como de escape de gases, como no antigo aterro e atual Parque Raposo Tavares.



**Figura 28** - Aspectos de preparação de área do Aterro Sanitário de Bandeirantes.



**Figura 29** - Aspectos de preparação de área para o Aterro Sanitário de Bandeirantes. Notar assoreamento da drenagem à jusante. Ao fundo vê-se o Pico do Jaraguá.



**Figura 30** - Aspectos de preparação de área para o Aterro Sanitário de Bandeirantes. Notar a lona plástica utilizada para impermeabilização.



**Figura 31** - Aspectos de aterro sanitário em operação. Aterro Sanitário de Santo Amaro. Notar os drenos para águas pluviais e para o escape de gases.

### **Problemas geológicos e geotécnicos dos Aterros Sanitários de São Paulo**

Em geral os problemas encontrados nos aterros sanitários de São Paulo devem-se ao planejamento inadequado, ignorando características e aptidões do meio físico dos locais de disposição do lixo.

Neste sentido, desde a fase de implantação deveriam ser previstos programas de monitoramento visando a caracterização da permeabilidade dos solos, das estruturas geológicas, da capacidade de carga das “celas”, etc., a fim de se evitarem problemas futuros como a poluição das águas subterrâneas, escape de gases e instabilidade dos maciços. Embora todos os aterros apresentem, em geral, problemas de naturezas geológica e geotécnica, a seguir são descritos os dois casos mais elucidativos ocorridos nessa década envolvendo problemas geotécnicos em aterros sanitários de São Paulo.

**Figura 32** - Escorregamento do Aterro Sanitário de Bandeirantes onde são evidentes os desníveis de abatimento produzidos pela movimentação da massa de lixo.

O primeiro caso ocorreu no Aterro Bandeirantes localizado no Km 25 da Rodovia dos Bandeirantes, no bairro de Perus, ocupando uma área de 850.000 m<sup>2</sup>. Atualmente este aterro recebe cerca de 10% dos resíduos urbanos, mas chegou a receber mais de 7 mil t diárias até meados da década de 90.

Em junho de 1991 uma das frentes de operação, já em fase de maturação, foi retomada para operações com vistas a aumentar a reserva do aterro, enquanto nova frente estava sendo preparada para início de operação.

Às 22 horas do dia 24 de junho de 1991, 65 mil m<sup>3</sup> de lixo foram mobilizados através de um grande escorregamento ocasionando a morte de um funcionário por soterramento, além das conseqüências dos custos necessários para a recuperação da área, da exposição e mau cheiro do lixo e da contaminação das drenagens a jusante do aterro (figuras 32, 33 e 34).



**Figura 33** - Escorregamento do Aterro Sanitário de Bandeirantes. Na saída do escorregamento, podem ser observadas trincas ocasionadas no aterro da rodovia Bandeirantes devido ao choque produzido pela massa de lixo escorregada.



**Figura 34** - Escorregamento do Aterro Sanitário de Bandeirantes mostrando cena de recuperação das vias de acesso e circulação.



Os primeiros sinais deste escorregamento já haviam se manifestado na manhã do dia 24, através da ocorrência de trincas e abatimentos na parte superior do aterro. No dia anterior, a pluviosidade havia alcançado 79,9 mm, enquanto que no dia do acidente foi registrado um índice de 25,9 mm de chuva concentrada no período da tarde.

Segundo IPT (1991) a água proveniente da precipitação, ocorrida no dia 24, penetrou intensamente nas trincas abertas provocando o aumento das pressões neutras. O lixo escorregado comportou-se como um material líquido-viscoso indicativo de insuficiência de drenagem do maciço.

Dentre os fatores condicionantes para a ocorrência do escorregamento, IPT (1991) levantou as questões do chorume acumulado, da conformação geométrica dos taludes (inclinação de 22° e alturas de “celas” de 10 a 15 m) e da elevação da pressão neutra, como fatores deflagradores do processo.

A retroanálise deste escorregamento forneceu dados geotécnicos importantes sobre o comportamento do lixo uma vez que ensaios de laboratório nunca puderam ser realizados devido suas características e dificuldades de amostragem.

A área foi recuperada depois de quase seis meses de trabalho e setor que estava sendo preparado para a recepção de resíduos foi praticamente esgotado em menos de quatro anos, surgindo uma verdadeira montanha de lixo, onde anteriormente era um vale.

O segundo caso envolvendo questões geotécnicas é ilustrado através do Aterro Sanitário de Vila Albertina, atualmente desativado.

O Aterro Sanitário de Vila Albertina desenvolveu-se em uma antiga cava de pedra, sem qualquer tratamento dos fluidos produzidos pela decomposição da matéria orgânica e, em consequência, o entorno deste aterro apresenta problemas de contaminação tanto das águas subterrâneas quanto das águas superficiais, até hoje.

Por ser um aterro confinado às paredes da cava de uma antiga pedra, o acomodamento da “celas” induziu tensões de ruptura de no sentido SW, na frente não confinada.

Rodriguez & Figueira (1992) diagnosticaram o problema da tensão vertical, representada pelo peso do lixo depositado, comprometendo a estabilidade do aterro, através da análise de deslocamento de marcos topográficos instalados no aterro (figura 35).



**Figura 35** - Marcos topográficos no Aterro Sanitário de Vila Albertina que chegaram a migrar até 1m no intervalo de uma semana.

Ao adotar os dados obtidos pela retroanálise do escorregamento do Aterro Sanitário Bandeirantes, tais como grau de coesão, peso específico, ângulo de atrito, e considerando situação de saturação, Rodriguez & Figueira (1991) obtiveram um fator de segurança de 1,0 a 1,3, dependendo da inclinação do talude, representando valores extremamente críticos para a ocorrência de escorregamento. Este fator de segurança foi obtido considerando-se também deslocamentos de até 1 m diário em alguns marcos topográficos.

Baseado nos resultados obtidos, medidas de caráter urgente foram tomadas no sentido de se evitar a ocorrência de um escorregamento semelhante ao do Aterro Bandeirantes. Tais medidas foram realizadas em consonância com outros técnicos envolvidos, ao contrário do que Pellogia (1997) apresenta como exemplo de

contradições entre técnicos de formação diversa (no caso geólogos e engenheiros).

Entre as medidas adotadas para o Aterro Vila Albertina, na ocasião, destaca-se a reconstrução de todo o sistema de drenagens de chorume (tipo espinha de peixe), a construção de uma barreira de estacas de madeira cravadas a fim de dissipar a energia no caso de eventual mobilização do maciço pois, à jusante do aterro há uma favela com 79 moradias, na época, a redução da quantidade de lixo depositado e, também, a escolha de áreas deste aterro que não comprometessem o desequilíbrio das tensões identificadas (figuras 36 e 37). Outra medida de médio prazo, foi a de desativação (figura 38), antecipando a construção do Aterro Sanitário de São João, na Zona Leste de São Paulo, que hoje recebe cerca de 90% dos resíduos sólidos produzidos em São Paulo.



**Figura 36** - Medida de segurança contra efeitos de escorregamento feita com estacas de eucalipto cravadas, à jusante do Aterro Sanitário de Vila Albertina. Notar habitações à esquerda da foto.



**Figura 37** - Aspecto dos drenos de chorume expostos no Aterro Sanitário de Vila Albertina onde, como medida corretiva, foram reconstruídos os drenos.



**Figura 38** - Vista Geral do Aterro Sanitário de Vila Albertina hoje desativado, tendo ao fundo a Serra da Cantareira.

#### 4.5.2 - Matérias primas para construção civil

Dentro do emaranhamento urbano, onde os conflitos de usos de espaços vazios são sempre acirrados, a mineração ganha destaque tanto pelos benefícios diretos no suprimento de matérias primas, principalmente para a construção civil, quanto pelos impactos ambientais causados.

Na Região Metropolitana de São Paulo não é diferente pois, se por um lado a metrópole necessita dos insumos minerais, por outro vive em conflitos com a atividade mineral.

Dentre os bens minerais produzidos e consumidos na própria Região Metropolitana de São Paulo, destacam-

se brita, areia, argilas para cerâmica e tijolos, caulim, filito, calcário, quartzito, rochas para revestimento, entre outros.

Não obstante as primeiras atividades econômicas da época da colonização serem relacionadas à extração mineral, somente em 1980 foi tentado estabelecer um planejamento substancial em diagnósticos técnicos e políticas públicas para o setor mineral, através do Plano Diretor da Mineração para a Região Metropolitana de São Paulo elaborado em conjunto pelos governos Federal e Estadual (DNPM, 1980).

Na época foram cadastradas 260 jazidas minerais em atividade na Região Metropolitana, distribuídas conforme Tabela 2.

Bem Mineral	Jazidas em atividade	Uso	Principais áreas de extração
Areia	109	Construção civil	Itaquaquecetuba Moji das Cruzes São Paulo Itapecerica da Serra
Brita	34	Construção civil	São Paulo Cajamar Mairiporã Guarulhos Carapicuíba
Argila	26	Cerâmica e olaria	Moji das Cruzes Suzano
Quartzito	21	Argamassas Vidros	Pirapora do Bom Jesus Santana de Parnaíba Moji das Cruzes
Filito	19	Indústria cerâmica, de plástico e de borracha	Cajamar Pirapora do Bom Jesus Mairiporã
Caulim	17	Cerâmicas, tintas e fertilizantes	Itapecerica da Serra Moji das Cruzes
Rochas para revestimento	15	Paralelepípedos granitos polidos e revestimentos em geral	Ribeirão Pires Suzano Arujá
Água mineral	7	Água mineral	São Paulo Poá Ferraz de Vasconcelos
Feldspato	6	Cerâmicas e vidros	São Paulo
Calcário	4	Cimento	Cajamar Pirapora do Bom Jesus
Calciossilicatadas	2	Lã de rocha	Arujá Guarulhos

**Tabela 2** - Atividades minerais na Região Metropolitana de São Paulo - dados do DNPM (1980)

Valverde *et al.* (1989) apresentam um quadro mais atualizado da atividade mineral na Região Metropolitana, observando-se contudo somente pequenas variações no número de jazidas em atividade. Os autores ressaltam porém que, em alguns casos, como no da areia, a região já em fins dos anos 80 importava praticamente a metade de seu consumo, principalmente da região do Vale do Paraíba, atingindo distâncias de transporte da ordem de 200 km.

Embora essa escassez já tenha sido diagnosticada há quase 10 anos, somente em 1998 foi lançado os resultados do Programa Diretrizes para a Mineração de Areia na Região Metropolitana de São Paulo (DNPM, 1998). Foram levantadas diversas áreas potenciais para a

exploração, porém com o inconveniente de defasagem deste levantamento, realizado ainda na década passada, que, talvez esteja já desatualizado, devido ao crescimento da zona urbana.

Somados aos aspectos de esgotamento potencial de alguns bens minerais, a Região Metropolitana de São Paulo apresenta diversas áreas com restrições legais às atividades de mineração, tais como os parques e as áreas de proteção ambiental.

Quanto aos impactos ambientais da atividade mineral, Teixeira (1989) apresenta sucintamente os seguintes principais: retirada da vegetação, alteração da rede de drenagem, alteração topográfica, produção de resíduos sólidos, geração de efluentes líquidos, produção



de poeira, geração de ruído, rebaixamento do lençol freático, intensificação da erosão, escorregamento de taludes, alteração das características do solo, emissão de gases, vibração, ultralancamento de fragmentos, modificação das formas de uso do solo, alteração no tráfego de veículos e abandono das áreas exploradas. Ressalta ainda o autor que as minerações da Região Metropolitana de São Paulo tradicionalmente mostram pouca preocupação em compatibilizar sua atividade com os interesses de caráter ambiental.

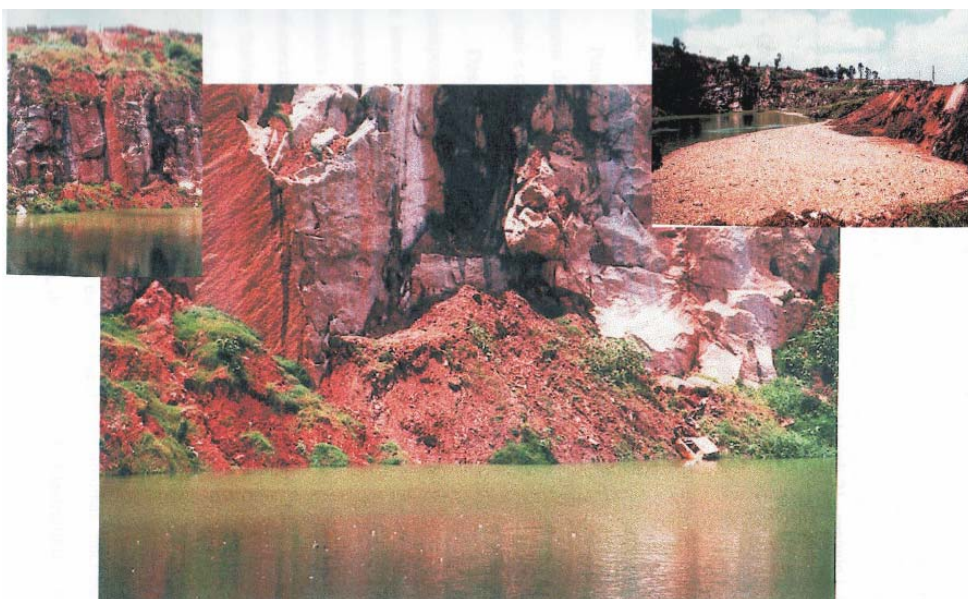
Dentre os impactos ambientais gerados pela mineração, talvez o que chama a maior atenção por ser mais visível seja o último deles, após a finalização da extração. Duas soluções têm sido adotadas como providências de “recuperação” das áreas degradadas. No caso das extrações de areias, as cavas são transformadas em lagoas (Carapicuíba, Itaquaquecetuba e USP). Outra solução adotada é o uso das cavas para construção de aterros sanitários (Aterros de Vila Albertina, Jacuí e Itatinga, figuras 39, 40 e 41).



**Figura 39** - Aterro Sanitário de Vila Albertina, construído em cava de pedreira. A foto mostra a área limite entre a cava e o maciço rochoso natural. Observar ponte de fogo devido ao escape de gases não drenados e grandes escorregamentos de solos no maciço natural.



**Figura 40** - Aterro Sanitário de Jacuí (Zona Leste de São Paulo), construído em cava de exploração de areia. Este aterro, desativado na década de 80, ainda apresenta problemas devidos ao escape de gases, afetando inclusive residências vizinhas ao aterro



**Figura 41** - Aterro Sanitário de Itatinga (Zona Sul de São Paulo) Construído em cava de pedreira. Observar na foto, do lado esquerdo, construções em área de risco, no município de Diadema. No lado direito, ao alto, ilustra-se a operação de aterramento. Na imagem principal nota-se grande leque de material escorregado cuja dimensão pode ser avaliada em relação à carcaça de carro amarelo.

## CAPÍTULO V

### METODOLOGIA

*Todos os países, especialmente os países em desenvolvimento, sozinhos ou em agrupamentos regionais ou subregionais, devem obter acesso às técnicas modernas de manejo dos recursos terrestres tais como sistemas de informações geográficas, imagens/fotografias feitas por satélite e outras tecnologias de sensoriamento remoto.*

(Agenda 21 - capítulo 1, item 7.33.)

#### 5.1 - Obtenção dos dados

A metodologia empregada neste trabalho compreende duas fases distintas, a primeira de obtenção e quantificação e a segunda de processamento dos dados obtidos.

Para a obtenção dos dados foram usadas fotografias aéreas (1:40.000), imagens de satélite (LANDSAT e SPOT) em papel (1:100.000) e em arquivos digitais e cartas topográficas (1:50.000).

Das imagens de satélite foram extraídos os lineamentos morfoestruturais, correspondentes às feições lineares mais características observadas em produtos de sensoriamento remoto. Tratam-se de feições lineares mapeáveis, simples ou compostas, contínuas ou descontínuas, da superfície terrestre, cujas partes estão alinhadas em arranjo retilíneo ou suavemente curvo, diferenciando-se substancialmente dos padrões das feições adjacentes e, presumivelmente, refletem um fenômeno da subsuperfície, conforme definido por O'Leary *et al.* (1976), ao introduzir modificações ao significado original de lineamento proposto por Hobbs (1904).

As fotografias aéreas, obtidas em 1977 pela TERRAFOTO SA, foram utilizadas para detalhamento e esclarecimento de algumas feições como, por exemplo, das redes de drenagem, dos lineamentos morfoestruturais e dos contatos litológicos.

Em convênio entre a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e a Secretaria do Verde e Meio Ambiente do Município de São Paulo, iniciado em 1995, foi desenvolvida uma metodologia para atualização de dados referentes ao uso e ocupação do solo a um custo bem menor que o de fotografias aéreas através de aerolevantamentos tradicionais. Consiste na obtenção de imagens videográficas de baixa altitude usando-se helicóptero (Rodriguez *et al.* 1996). Esta metodologia possibilitou detalhamento bastante rápido de algumas áreas em grande escala. Porém, os dados obtidos por esta nova ferramenta de investigação foram inadequados para o presente trabalho devido às diferenças de escala envolvidas, optando-se então pelas imagens de satélite no que se refere aos aspectos sobre ocupação da Região Metropolitana de São Paulo.

A partir de 23 cartas topográficas (1:50.000) foram extraídos os dados altimétricos sobre a área

estudada. As amplitudes relativas de relevo que fornecem o grau de movimentação topográfica, segundo diversos trabalhos de geomorfologia descritiva (Christofolletti *et al.* 1981; Christofolletti & Oka-Fiori 1980) foram consideradas.

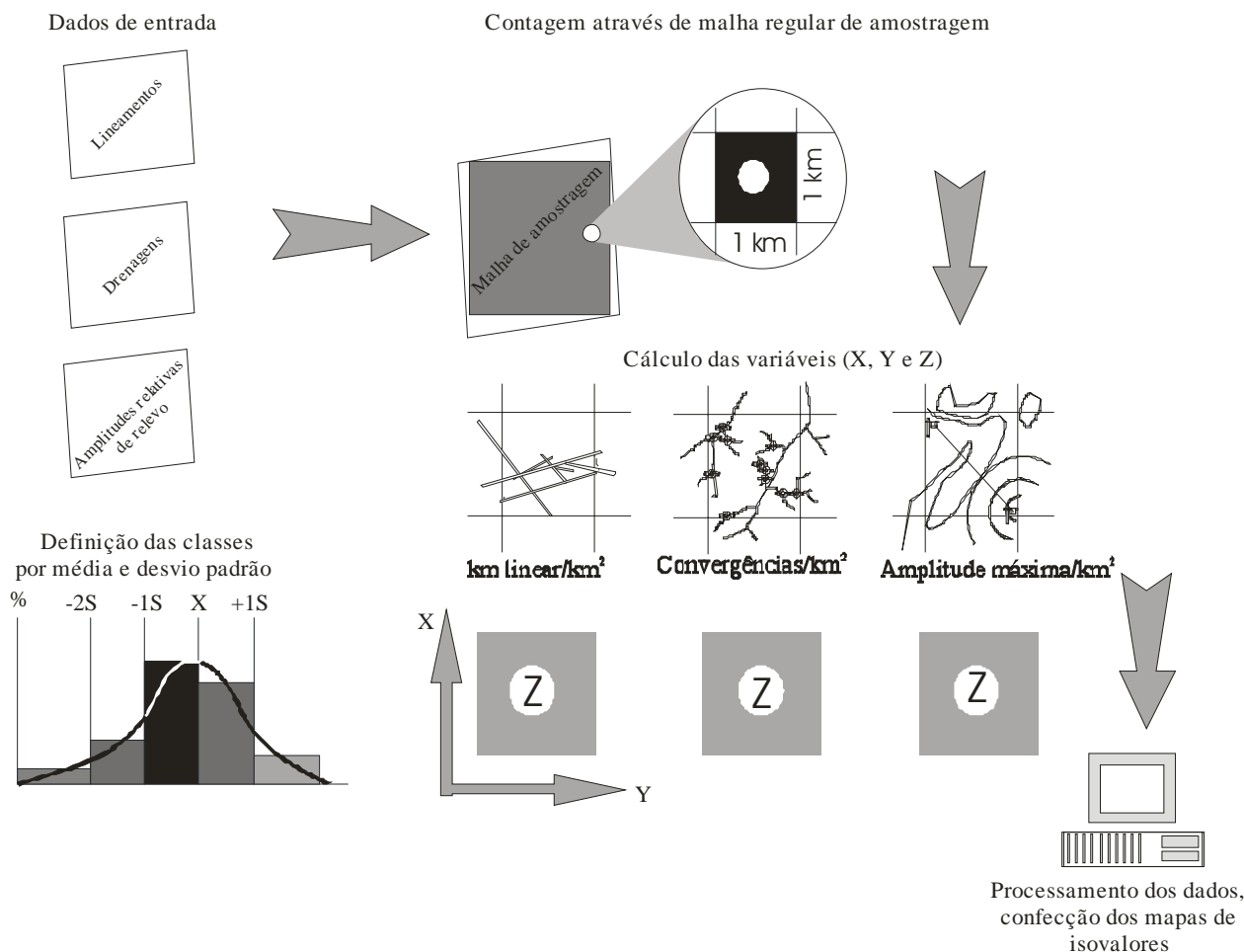
As amplitudes relativas de relevo são representadas pelas diferenças altimétricas obtidas em uma unidade morfológica de área como, por exemplo, uma bacia hidrográfica ou até um quadriculado de malha regular. São distintas das amplitudes absolutas de relevo que representam as diferenças altimétricas de cada ponto de uma área em relação ao nível do mar ou a algum marco topográfico.

Para a obtenção das amplitudes relativas de relevo optou-se pelo traçado de um quadriculado de malha regular com 1 km<sup>2</sup>, com as interseções coincidentes às coordenadas quilométricas inteiras UTM. Esta malha também foi utilizada na quantificação das demais variáveis.

Em cada célula da malha regular foram obtidas as diferenças entre as cotas máxima e mínima correspondentes, diretamente da carta topográfica, obtendo-se assim matrizes de valores de amplitudes relativas de relevo.

Por sua vez, para a obtenção dos dados de densidade de drenagem foram realizadas contagens de capturas ou convergências, por unidade de área das células da malha definida, enquanto os lineamentos foram calculados pela somatória dos comprimentos dos traços delimitados por cada célula. Foram desta maneira obtidas as matrizes de valores quantificados e georreferenciados para as análises de parâmetros relacionados às amplitudes relativas de relevo, densidades de drenagens e densidades de lineamentos morfoestruturais.

Os valores quantificados e georreferenciados dos vários parâmetros foram analisados estatisticamente através de curvas de frequência, médias e desvios padrões. Essas análises objetivaram a identificação de classes dos agrupamentos de valores, bem como seus limites e intervalos, definindo-se as curvas de isovalores representativas para cada parâmetro. A figura 42 ilustra o procedimento metodológico adotado na fase de obtenção de dados quantificados e georreferenciados dos diversos parâmetros utilizados.



**Figura 42** - Fluxograma para a elaboração dos mapas de isovalores de densidades de lineamentos, de drenagens e amplitudes relativas de relevo.

## 5.2 Tratamento dos dados

### 5.2.1 - Mapas de isovalores

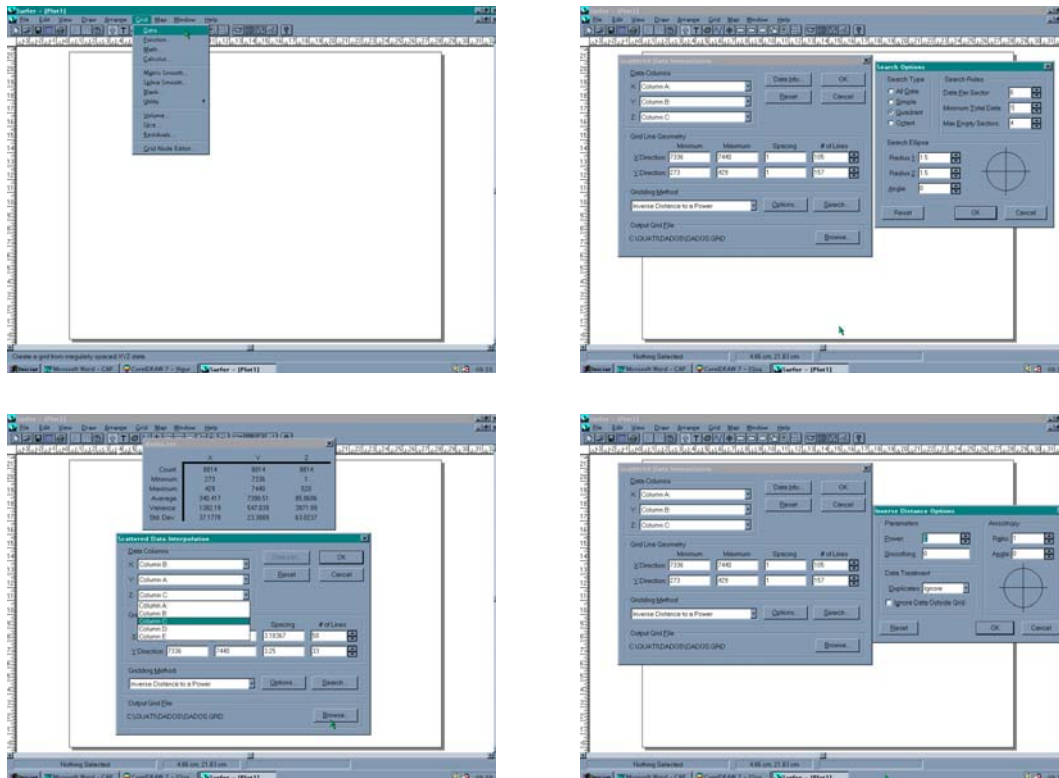
As variáveis quantificadas foram compiladas em tabelas de dados em formato digital com extensão **.DAT** e tratados através do *software* SURFER.

A estrutura do arquivo de edição (**.DAT**) é o de colunas e linhas. As colunas representam as variáveis X, Y e Z, onde X e Y correspondem às coordenadas N-S e E-W, e Z os valores da variável a ser analisada. A edição permite o lançamento de diversas variáveis ( $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ ) para os dados de coordenadas possibilitando, assim, o lançamento de todos os dados obtidos através da malha regular de amostragem em uma única tabela. Assim, foi elaborada uma tabela de dados contendo 5 colunas e 8823 linhas (Anexo 3). Para cada variável estudada pelo menos 8000 dados foram extraídos das cartas topográficas ou das imagens de satélite.

O *software* SURFER é um aplicativo para interpolação de dados distribuídos aleatoriamente, através de métodos geoestatísticos (krigeagem e inverso da potência da distância). Esta interpolação foi feita através da definição de uma malha regular (*grid*). Para isto, os valores editados nos arquivos **.DAT** foram processados através da subrotina GRID. Através desta subrotina são definidos a densidade de pontos desejada, os espaçamentos (horizontais e

verticais) entre os pontos e o método a ser utilizado na interpolação, conforme ilustrado na figura 43. Após o processamento é gerado um arquivo com extensão **.GRD**, ou seja, um arquivo onde os valores da variável Z são calculados em função de uma malha regular definida.

Uma vez que os arquivos editados para os valores de amplitudes relativas de relevo, densidades de drenagem e lineamentos morfoestruturais já tiveram sua entrada definida por uma malha regular de amostragem, valores mínimos foram atribuídos para o raio de procura (*search radius*) e para o número de pontos próximos (*nearest points*), de forma que fossem gerados arquivos **.GRD** com valores das variáveis X, Y e Z muito próximos aos de entrada. Como a malha regular de amostragem é de 1 km<sup>2</sup> e os limites da Região Metropolitana de São Paulo são irregulares, as células das áreas externas à esta área, como não foram amostradas, recebem valores nulos (zero) para a variável Z, não interferindo com os valores calculados internamente à área estudada. Entretanto, podem confundir-se com os dados próximos aos limites da área cujos valores sejam também nulos (zero) na ocasião do traçado das curvas de isovalores. Para tanto descartou-se o traçado da curva correspondente aos valores nulos nas etapas subsequentes.



**Figura 43** - Telas do software SURFER ilustrando os parâmetros utilizados para a montagem de malha regular (grid) das variáveis de amplitudes relativas de relevo.

Seria possível a escolha de uma malha regular mais adensada para a interpolação de dados, porém a malha regular de amostragem de 1 Km<sup>2</sup> foi considerada suficiente, pois já satisfazia aos objetivos da análise, porque a escala final escolhida sendo de 1:250.000 ter-se-ão 10 pontos de amostragem para cada 4 cm<sup>2</sup> do mapa.

De posse dos arquivos de *grid* (.GRD) foi empregada a subrotina MAP - CONTOUR para delimitar as curvas de isovalores. Nesta subrotina foram utilizados os valores dos intervalos calculados por parâmetros média e desvio padrão (figura 43), definindo-se as curvas menor e maior e o intervalo entre as isolinhas.

A subrotina MAP - CONTOUR, ao delimitar as curvas de isovalores entre as variáveis da malha regular (*grid*), cria arquivos com extensão .SRF. Estes arquivos permitem a representação dos mapas de isovalores e podem ser pesquisados no monitor de vídeo, editados ou impressos.

Os arquivos com extensão .SRF foram transformados em arquivos do tipo TIFF (*Tagged Image File Format*) e esses exportados para o software IDRISI (arquivos .IMG, de imagens, e .DOC, de documentação da imagem).

Deste modo, foram obtidas as imagens do tipo *raster* correspondentes às variáveis analisadas: densidades de drenagem, amplitudes relativas de relevo e lineamentos morfoestruturais. Essas imagens foram georreferenciadas para análises através de técnicas de geoprocessamento,

escolhendo-se pelo menos três pontos identificados com as coordenadas UTM da área de estudos.

## 5.2.2 - Geoprocessamento

Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento na obtenção de produtos que integram os dados disponíveis sobre geologia, geomorfologia e os obtidos através da interpolação de valores das variáveis como densidades de drenagem, amplitudes relativas de relevo e lineamentos morfoestruturais.

Todos esses dados foram transformados em imagens *raster*, e georreferenciadas segundo uma base cartográfica comum. Foram ainda digitalizadas informações lineares (em arquivos vetoriais) tais como limites da RMSP e dos municípios, principais drenagens e acessos. Estas informações vetorizadas somente foram utilizadas no que se refere a edição final dos mapas não sendo objeto de análise (os limites municipais apresentados na figura 1 e as drenagens na figura 23 são exemplos da vetorização de informações lineares). Os arquivos vetoriais assim como as informações sobre geologia e geomorfologia foram digitalizadas em mesa digitalizadora A0 Digigraf, utilizando-se o software MAXICAD, que permite correções cartográficas.

Todas as imagens (ou mapas individuais de entrada) foram reclassificadas para atender ao enfoque do tipo de análise a ser processado. A rotina de reclassificação é uma das ferramentas de geoprocessamento. Através desta rotina cada unidade representada nos mapas digitais é

reconhecida através de valores numéricos e visualizada através de uma escala de cores (no caso do *software* IDRISI a escala apresenta 256 cores variando numericamente de 0 a 255). Dentro dessa escala é possível atribuir qualquer valor numérico para as unidades de forma a indicar uma maior ou menor suscetibilidade daquela unidade para a ocorrência do fenômeno analisado. Assim, a reclassificação dos mapas torna-se uma rotina no geoprocessamento onde um tema pode ser reclassificado de acordo com a necessidade de análise.

Chama-se a atenção para a possibilidade de que uma mesma informação pode ter valores diferentes de acordo com o enfoque temático a ser contemplado. Por exemplo, uma mesma unidade de valores pode ser considerada propícia para a ocorrência de um determinado evento morfodinâmico, enquanto para um outro evento morfodinâmico essa mesma unidade pode colaborar para sua inibição.

No presente estudo dois enfoques temáticos principais foram contemplados: os escorregamentos de encostas e as áreas suscetíveis às inundações.

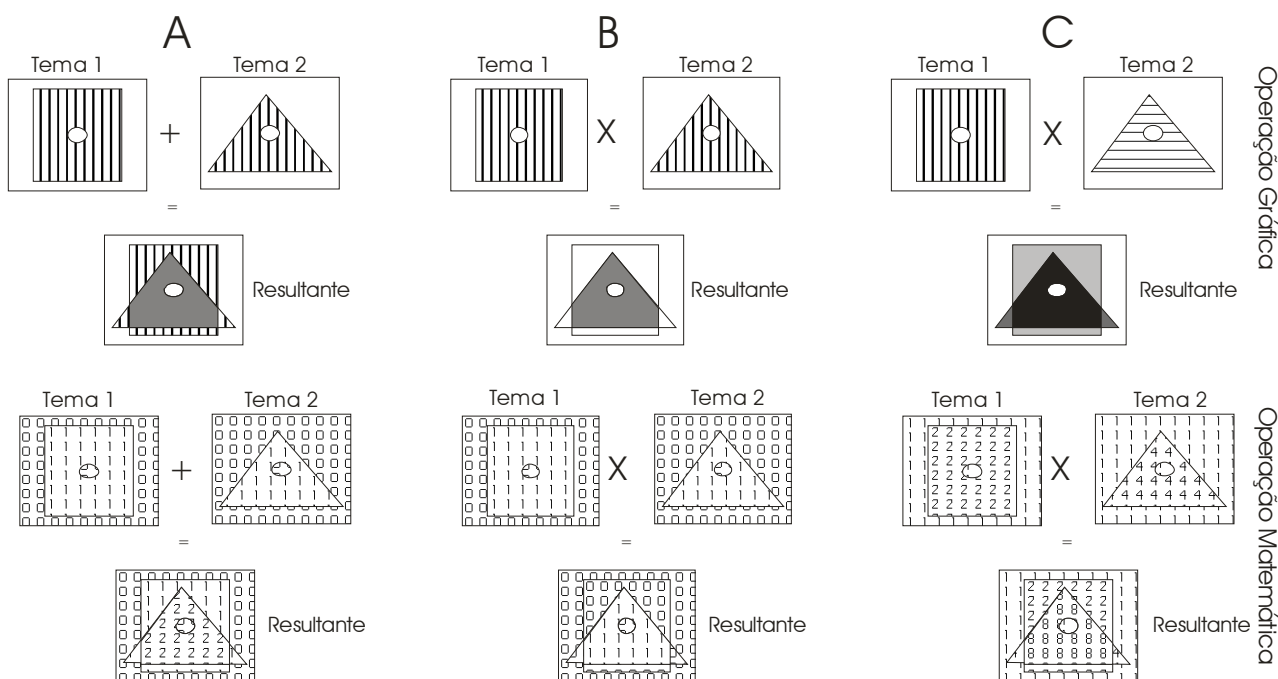
Entre os fatores que propiciam o desencadeamento do processo morfodinâmico de escorregamentos naturais de solos podem ser enumerados os seguintes: desnível topográfico do terreno, presença de solo bem desenvolvido, presença de estruturas geológicas

propícias e características geotécnicas dos solos, conforme visto no Capítulo IV. A essas características foram atribuídos valores numéricos de acordo com a potencialidade de ocorrência do fenômeno.

Nesse sentido, em cada imagem analisada os valores são reclassificados de acordo com a temática, isto é são atribuídos valores numéricos às classes de isovalores (mapas de isovalores) ou de atributos físicos (litologia e geomorfologia) de acordo com o objeto da análise.

Para a análise do fenômeno em foco e para cada informação individualizada foram escolhidos atributos qualitativos, que permitam estimar a maior ou a menor potencialidade de ocorrência do fenômeno. Desta forma cada informação apresentada nos mapas é traduzida pelo seu grau de potencialidade de ocorrência do fenômeno. Deste modo, as imagens individuais do fenômeno analisado ficam quantificadas, tornando as comparações mais objetivas. Como esses valores possuem uma componente espacial de localização definida, podem ser matematicamente comparados entre si.

Como a área ocupada, por uma determinada variável, não é necessariamente a mesma que de uma outra variável, qualquer operação matemática entre essas variáveis gerará resultados diferenciados em função das disposições espaciais das variáveis analisadas (Figura 44).



**Figura 44** - Exemplos de operações aritméticas (adição e multiplicação) envolvendo mapas temáticos. As bordas das imagens estão georreferenciadas e são coincidentes. Cada um dos mapas temáticos apresenta duas classes de variáveis. Em "A", tem-se a adição entre temas. Em "B" e "C", multiplicação entre os temas. Deve-se notar que a resultante depende da operação matemática entre os temas e dos valores das variáveis. Deve-se notar, ainda, que em "C" as variáveis foram reclassificadas para valores diferentes de "A" e "B", tendo como resultantes valores que distinguem todas as possibilidades de interseção entre os temas.

As figuras 45, 46, 47 e 48 ilustram os mapas em *raster* georreferenciados e reclassificados. No Anexo 4

estão disponíveis toda a documentação dos arquivos tratados pelo *software* IDRISI.

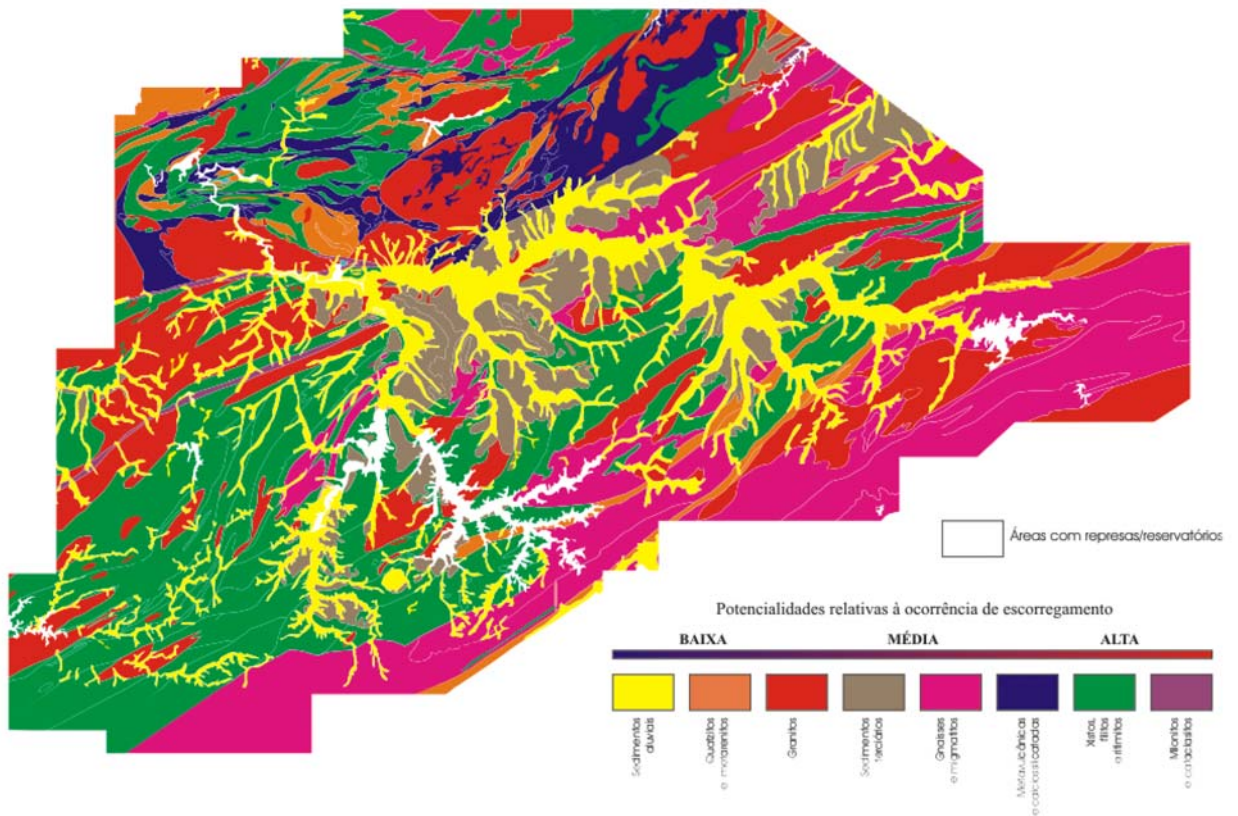


Figura - 45 - Potencialidades relativas à ocorrência de escoamentos de acordo com a litologia.

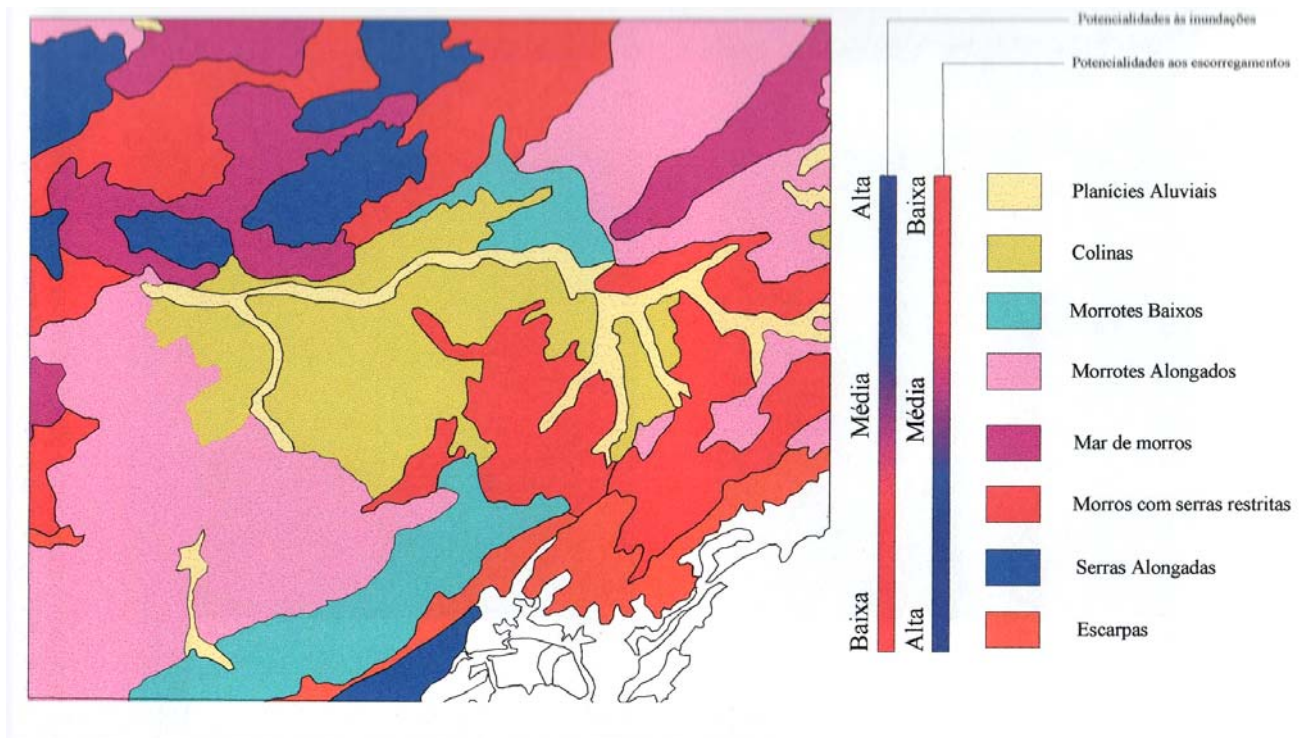
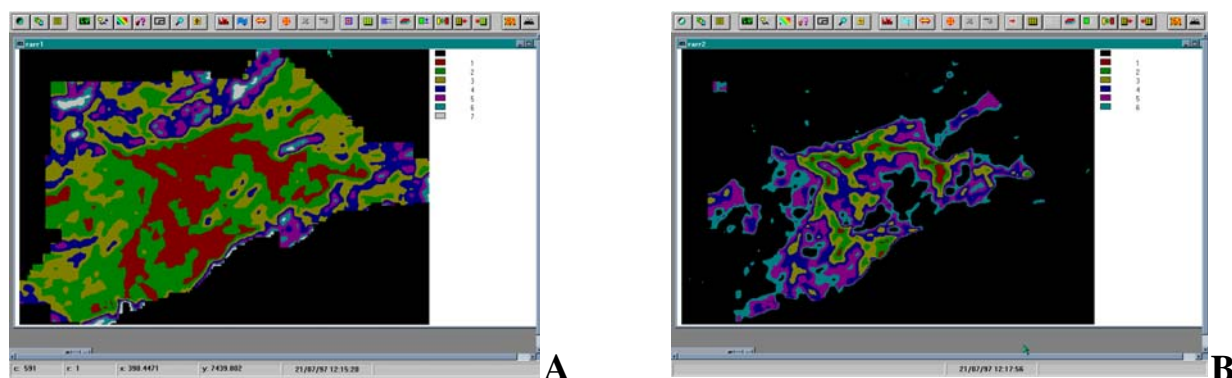
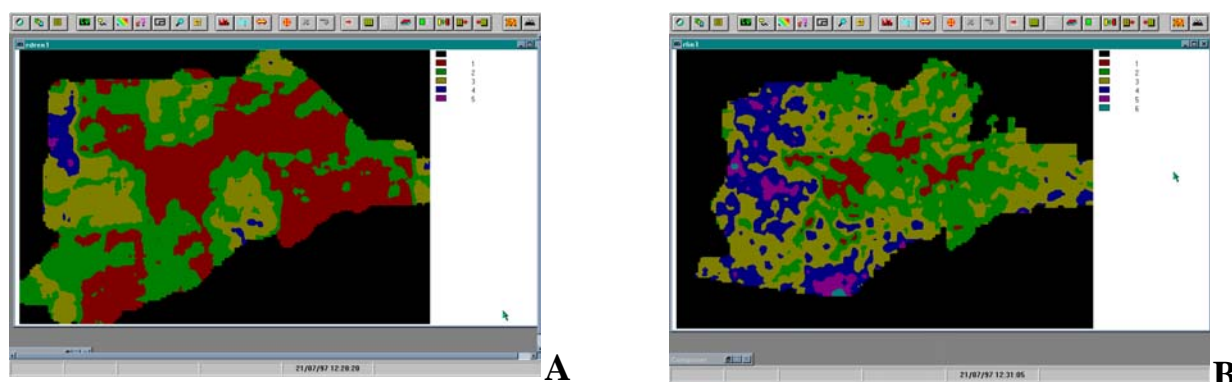


Figura 46 – Potencialidades relativas às ocorrências de escoamentos e inundações de acordo com a geomorfologia.



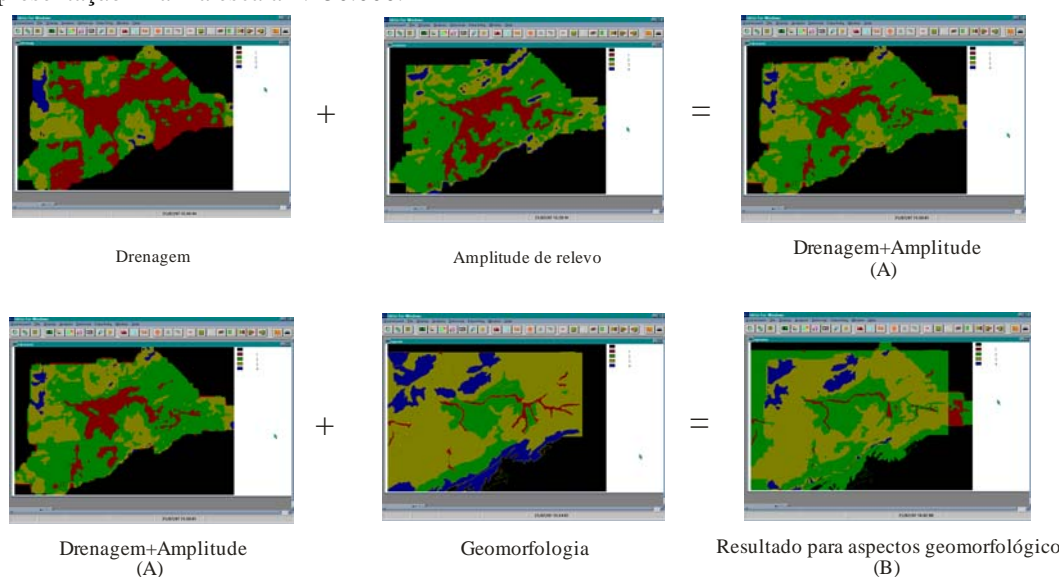
**Figura 47** - Potencialidades às ocorrências de escorregamentos (A) e inundações (B) de acordo com a amplitude relativa de relevo. Telas do software IDRISI.



**Figura 48** - Potencialidades às ocorrências de escorregamentos e inundações de acordo com a densidade de drenagens (A) e densidade de lineamentos morfoestruturais (B). Telas do software IDRISI.

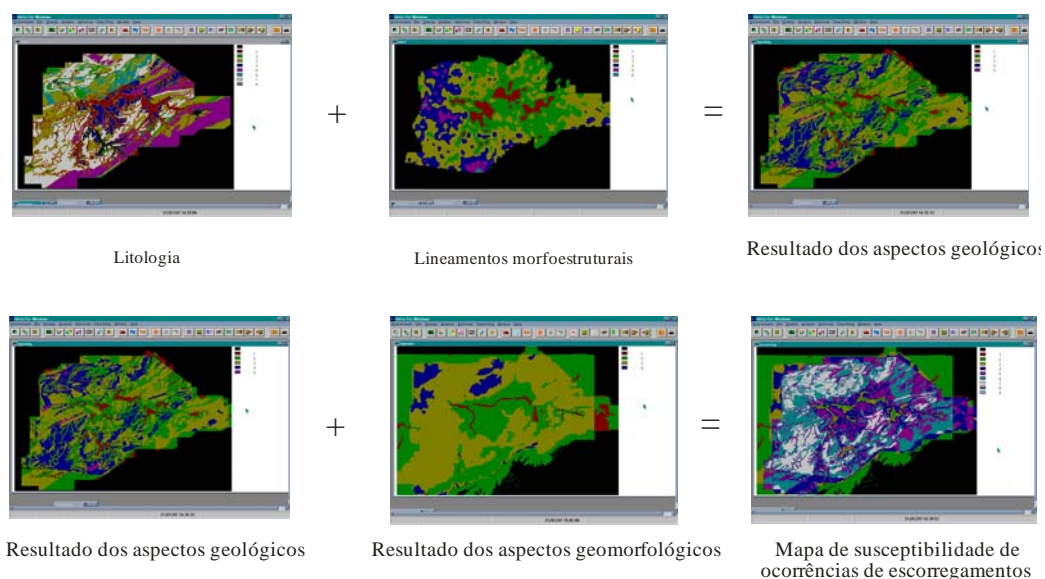
Os mapas georreferenciados foram colocados numa única referência gráfica contendo 768 colunas e 526 linhas distribuídas entre as coordenadas E273 a E429 km e N7336 a N7440 km. Desta forma cada *pixel* de cada uma das imagens corresponde a uma área de 0,04 km<sup>2</sup> (*pixel* correspondente a um quadrado de 200x200 m), razoável para uma apresentação final na escala 1:250.000.

As figura 49, 50 e 51 apresentam os fluxogramas das operações correspondentes às análises, utilizando-se o recurso OVERLAY do *software* IDRISI, para o reconhecimento de ocorrências de áreas suscetíveis a escorregamentos e inundações, respectivamente.

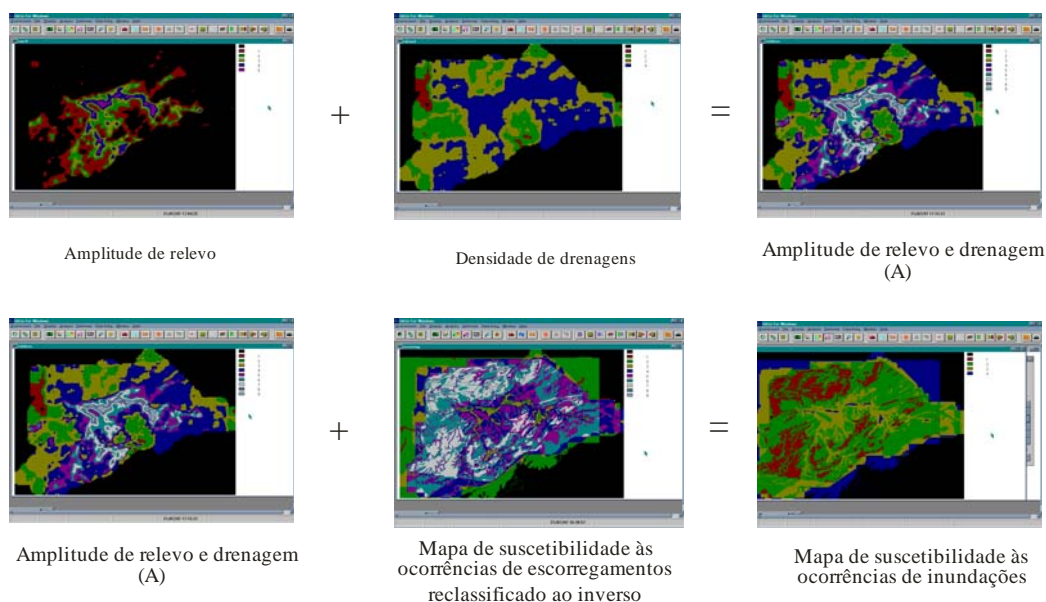


**Figura 49** - Fluxograma mostrando as operações entre as variáveis densidade de drenagem, amplitude de relevo e geomorfologia (formas de relevo). Em A, resultado da operação densidade de drenagem superposta à amplitude de relevo, que representa aproximadamente a declividade das encostas. Em B, resultado final alcançado, reclassificado para

4 classes (1-baixa potencialidade; 2 média potencialidade; 3 alta potencialidade; e 4 muito alta potencialidade). Análise parcial realizada para áreas suscetíveis à ocorrência de escorregamentos.



**Figura 50** - Fluxograma apresentando as operações entre litologia e lineamentos morfoestruturais, na parte superior. Na parte inferior a superposição dos resultados alcançados quanto aos aspectos geomorfológicos (figura 51) e geológicos. O resultado final para ocorrências de escorregamentos foi editorado para apresentação final no Anexo 5.



**Figura 51** - Fluxograma apresentando as operações entre amplitude de relevo e drenagem, na parte superior. Na parte inferior a superposição dos resultados em (A) e o mapa de susceptibilidade aos escorregamentos reclassificado ao inverso. O resultado final para ocorrências de inundações foi editorado para apresentação final no Anexo 6.

Para conferência e refinamento dos modelos obtidos foram utilizados os dados de localização de áreas de deslizamento e inundações elaborada pela EMPLASA (1985), apresentadas na figura 23.

Os arquivos digitais dos resultados finais obtidos foram exportados para arquivos do tipo TIFF (*Tagged Image File Format*) para posterior edição final, na escala 1:250.000 (Anexos 5 e 6).

O Anexo 5 corresponde ao mapa de susceptibilidade de ocorrências de escorregamentos na

Região Metropolitana de São Paulo enquanto o Anexo 6 mostra as áreas com potencialidades de ocorrências de inundações. Os resultados apresentados nesses mapas não levam em consideração a ação antrópica, podendo assim ser considerados como mapas de susceptibilidades naturais à ocorrência dos eventos analisados.

### 5.3 - Confeção do mapa geológico 1:250.000



O mapa geológico apresentado no presente trabalho, Anexo 1, foi elaborado a partir de compilação de mapas existentes.

A base utilizada foi a mesma do Projeto Integração Geológica da Região Metropolitana de São Paulo, apresentado na escala 1:50.000 pelo DNPM/CPRM (1991). Essa base foi toda digitalizada em mesa A0 através do software MAXICAD. Muitas das informações desta base digital foram descartadas para adequá-la à escala deste trabalho.

A partir desta base digital foram incorporadas informações de trabalhos mais recentes, ou não totalmente contemplados por DNPM/CPRM (1991). Desta forma, foram compiladas as informações cartográficas de Riccomini (1989), Juliani (1993), SABESP/CEPAS (1993) e Takiya (1997). Foi, também, utilizado o mapa de Coutinho (1980) que engloba toda a área de estudos.

Trabalhos de Bergmann (1988 e 1990), Juliani (1992) e Riccomini & Coimbra (1992) foram utilizados para complementar as descrições das legendas, em especial as relações estratigráficas entre os grupos São Roque e Serra do Itaberaba e atualizações referentes às unidades da Bacia de São Paulo.

Não foi realizado trabalho de campo para conferência do resultado da compilação, pois acredita-se que o produto apresentado esteja adequado para a escala e de acordo com as informações compiladas.

#### 5.4 - Trabalhos de campo

Foram realizados trabalhos de campo na fase inicial e mesmo anteriormente ao início deste trabalho. O presente trabalho iniciou-se em agosto de 1993.

Em 1987 foram realizadas as sondagens para a reurbanização do Vale do Anhangabaú. Do projeto geotécnico para esse projeto, foram elaborados os blocos diagramas do Anexo 2. Essas informações permaneceram inéditas até o presente.

Entre 1990 e 1992 foram realizadas diversas visitas ao campo visando análise de situações envolvendo contenção de encostas e canalização de drenagens no município de São Paulo. As informações decorrentes dessas visitas foram contempladas neste trabalho, principalmente no que se referem aos conceitos aqui adotados.

Em 1992 foi realizado todo o trabalho de campo referente aos aterros sanitários do município de São Paulo, descritos no Capítulo IV.

Entre 1990 e 1995 foram realizadas visitas às regiões de Santana de Parnaíba, Osasco, Guarulhos, São Paulo (Pacaembu, Colônia, Campo Limpo, Sapopemba, Rio Pequeno, Interlagos etc), Itapeçerica da Serra, Itaquaquecetuba, Guararema e Embu. Essas visitas ocorreram em diversas oportunidades tais, como excursões promovidas pelas disciplinas cursadas no Instituto de Geociências, trabalhos de campo acompanhando trabalhos de pós-graduação (Takiya 1991 e 1997), trabalhos como autônomo e outros.

Nos anos de 1995 a 1997 foram visitadas áreas da Zona Leste de São Paulo, principalmente a área da bacia do córrego Franquinho/Tiquatira, afluente do rio Tietê, devido ao Projeto GEOURB executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura do Município de São Paulo

#### 5.5 - Trabalhos de escritório

Os trabalhos de escritório foram basicamente executados com auxílios da computação e de pesquisa bibliográfica tradicional e via internet, além de trabalhos de extração de dados nos mapas topográficos e nas imagens de satélite utilizados.

Foram utilizados os *softwares Surfer for windows* versão 6.01, da Golden Software Inc. para a interpolação dos dados de lineamentos, drenagens e amplitude relativa de relevo. Para o geoprocessamento desses dados foi utilizado o *software Idrisi for windows* versão 1.0.000 da Clark University Graduate School of Geography.

Nas pesquisas via internet foram consultados diversos *sites* sobre os temas geologia urbana (*urban geology*), urbanismo e histórico de São Paulo, sendo que algumas das informações disponíveis na tese foram obtidas através dessas pesquisas. Nestes casos, sempre foi indicado o endereço (*URL*) em que a informação foi obtida. Estas pesquisas via internet ocorreram entre julho de 1997 e julho de 1998.

A digitalização das figuras apresentadas foi realizada através de mesa digitalizadora (A0), no caso dos mapas geológicos e dos vetores referentes aos limites municipais e drenagens, e através de procedimentos envolvendo *scanner* e vetorização através do *software* Corel OCR-Trace versão 7.468 da Corel Corporation.

## CAPÍTULO VI

### RESULTADOS

*A qualidade de vida das pessoas depende, entre outros fatores econômicos, sociais, ambientais e culturais, das condições físicas e das características espaciais de nossas cidades e metrópoles.*  
(Conferência das Nações Unidas para Assentamentos Humanos - Habitat II, 1996)

#### 6.1 - Áreas potenciais para ocorrências de escorregamentos

O resultado final da análise efetuada para identificação de áreas potenciais para ocorrências de escorregamentos é apresentado em um mapa na escala 1:250.000, no Anexo 5.

Do cruzamento das informações de litologia, formas de relevo, amplitude relativa de relevo, densidades de drenagem e lineamentos morfoestruturais, pôde-se caracterizar sete classes de potencialidades, variando de áreas com potencialidade nula até áreas com potencialidade muito alta.

Sobre o mapa com as áreas potenciais identificadas foram também plotadas as áreas com ocorrências de escorregamentos identificadas pela EMPLASA (1985). Embora os dados dessas áreas de ocorrências de escorregamentos estejam desatualizados percebe-se que o modelo obtido, através da metodologia de geoprocessamento, oferece um ajuste bastante razoável.

Nota-se que todas as áreas onde ocorreram escorregamentos de solos encontram-se sempre em zonas identificadas como de potencialidades média ou alta. Apenas sete ocorrências estão inteiramente em zona de potencialidade média. As demais ocorrências (38 áreas) correspondem a zonas de potencialidade média-alta (3 áreas), alta (31 áreas) e muito alta (4 áreas).

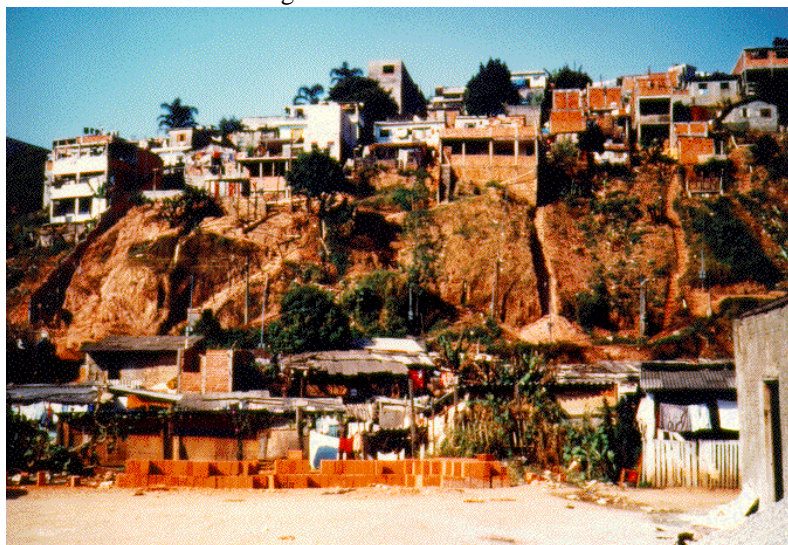
Observa-se que as zonas com menores potencialidades de ocorrência de escorregamentos

encontram-se em terrenos sedimentares da Bacia de São Paulo, enquanto zonas com potencialidades mais elevadas se apresentam ao redor da bacia.

Deve-se enfatizar que as zonas com potencialidade alta são também representadas pelos grupos São Roque e Serra do Itaberaba ocorrendo na região noroeste, e pelos domínios do Complexo Embu, principalmente na região sudoeste. Nessas regiões são conhecidas áreas com riscos de escorregamentos, tais como nos municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras e Cajamar, nos domínios dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba; e Bairro de Campo Limpo, município de São Paulo, Itapecerica da Serra, Embu e Taboão da Serra, nos domínios do Complexo Embu.

No mapa de áreas potenciais para ocorrência de escorregamentos não foram considerados os resultados obtidos a sudoeste do município de Jujutiba, uma vez que as imagens de satélite utilizadas não abrangeram essa área. Optou-se assim, por desconsiderar a interpretação dessa região uma vez que os lineamentos morfoestruturais, obtidos dessas imagens, foram de grande importância na definição das zonas. Por outro lado, pela tendência, observada no mapa do anexo 5, pode-se admitir que a potencialidade alta predomina em praticamente todo município de Jujutiba.

As figuras 52, 53, 54 e 55 mostram aspectos de áreas com potencialidade alta de ocorrência de escorregamento na Região Metropolitana de São Paulo



**Figura 52** -Aspectos de ocupação em área de potencialidade alta de ocorrência de escorregamento no bairro de Campo Limpo, Zona Sul de São Paulo. Notar alta declividade da encosta e retirada da vegetação original.



**Figura 53** -Aspectos de ocupação em área de potencialidade alta de ocorrência de escorregamento no bairro de São Mateus, Zona Leste de São Paulo. A adequação do terreno íngreme para sua ocupação é realizada através de cortes e aterros.



**Figura 54** -Aspectos de ocupação em área de potencialidade alta de ocorrência de escorregamento na região de Franco da Rocha. Ocupação em encostas de vale encaixado.



**Figura 55** -Aspectos de ocupação em área de potencialidade alta de ocorrência de escorregamento no bairro Brasilândia (Zona Norte de São Paulo). Notar corte em talude realizado para possibilitar o arruamento, porção inferior direita da foto. Ao fundo notar forma de relevo de morros ainda não ocupados, marcando os limites da expansão urbana atual.

## 6.2 - Áreas potenciais para ocorrências de inundações

O mapa de áreas potenciais para ocorrências de inundações, escala 1:250.000, anexo 6, apresenta o resultado da análise efetuada através do geoprocessamento.

Ao contrário do modelo para identificação de áreas com potencialidades para ocorrência de escorregamentos, o de áreas inundáveis não mostrou bom ajuste com as áreas identificadas pela EMPLASA (1985) nas regiões noroeste e oeste da Região Metropolitana de São Paulo. Nas demais áreas o mapa, apresentado no Anexo 6, mostrou bom ajuste.

As zonas identificadas como áreas de potencialidade nula são relacionadas principalmente a locais com amplitudes relativas de relevo altas que, no modelo apresentado, acabou por se sobressair das demais informações utilizadas nos cruzamentos efetuados. Assim explica-se, em parte, o porque o modelo não se ajustou às ocorrências de inundações relacionadas à esta zona.

Por outro lado não foram utilizados na análise os dados sobre a ocupação do espaço físico na Região Metropolitana de São Paulo. Isto foi proposital, tendo a finalidade de identificar áreas com potencialidades naturais (tanto para a análise dos escorregamentos quanto das inundações). Sabe-se que grande parte das áreas inundáveis da Região Metropolitana de São Paulo resulta da forma inadequada de ocupação da área urbana.

Como era de se esperar, as zonas com potencialidades muito altas de ocorrências de inundações foram identificadas ao longo da principal drenagem da área, o rio Tietê, desde Osasco até Moji das Cruzes.

Na planície de inundação do rio Pinheiros também foi identificada uma área com potencialidade

muito alta para ocorrência de inundações nas proximidades da Ponte Cidade Jardim (município de São Paulo).

Zonas com potencialidades altas e média-altas de inundação são identificadas ao longo do rio Tietê (praticamente em todo o curso), rio Cabuçu de Cima (Guarulhos), rio Tamanduateí (São Paulo, principalmente no Parque Dom Pedro I, Cambuci e Brás), rio Pinheiros (desde Lapa até Santo Amaro, no município de São Paulo) e rio Grande (ao sul do município de São Paulo).

Potencialidades médias de ocorrência de inundações são identificadas em praticamente todas as drenagens da área urbanizada, principalmente nos municípios de Guarulhos, São Caetano, Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema, Salesópolis, Moji das Cruzes Itapeverica da Serra e Embu-Guaçu.

Como área com potencialidades baixas de ocorrência de inundações identificadas no anexo 6, destaca-se o rio Pirajussara, famoso pelas grandes inundações, principalmente nas regiões do Largo do Taboão (Taboão da Serra), do Jardim Peri-Peri e da Cidade Universitária (São Paulo). O rio Pirajussara, canalizado em galeria fechada, apresenta problemas de assoreamento promovido pela ocupação desordenada a montante, no bairro de Campo Limpo (São Paulo). Tendo sua bacia praticamente toda ocupada e considerando os fatos apontados anteriormente (galeria fechada e assoreamento), além de aspectos operacionais da transposição das águas do rio Pinheiros (na foz do rio Pirajussara), as grandes inundações são perfeitamente compreensíveis, embora tendo sido identificado como de baixa potencialidade.

As figuras 56, 57, 58 e 59 ilustram alguns aspectos das áreas inundáveis da Região Metropolitana de São Paulo.



**Figura 56** - Aspectos da inundação de 1929 no município de São Paulo, PMSP (1950) provocada pelo transbordamento do rio e atingindo a área urbana ocupando a planície de inundação.



**Figura 57** - Obra de canalização do córrego Água Vermelha, zona Leste de São Paulo, próximo à confluência com o rio Tietê, em área de potencialidade alta de ocorrências de inundação. As obras de canalização têm sido utilizadas na região metropolitana para o combate às enchentes, favorecendo a ocupação da planície de inundação.



**Figura 58** - Estrangulamento de canal de córrego próximo a Av. dos Sertanistas, na Zona Leste de São Paulo, dificultando o escoamento das águas. Problemas desta natureza são típicos da forma de ocupação da Região Metropolitana de São Paulo, ocasionando incremento da potencialidade natural de inundações junto às drenagens.



**Figura 59** - Solapamento de margem do canal do córrego Ipiranga ocasionando interdição parcial da Av. Ricardo Jafet, São Paulo. Problemas envolvendo obras inadequadas de engenharia executadas com o objetivo de permitir a ocupação da planície de inundação através da canalização de córregos no município de São Paulo.

## CAPÍTULO VII

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

*The international community, mobilized under the auspices of United Nations, proclaimed the objective of the Decade to be, "the reduction of loss of life, property damage, and social and economic disruption caused by natural disasters, through concerted international action, especially in developing countries".*

(Assembléia Geral das Nações Unidas, dezembro de 1989)

### 7.1 - Considerações sobre a ocupação da Região Metropolitana de São Paulo

Conforme Dijkgraaf (1987), o mundo está transformando-se rapidamente em um planeta urbano. Estima-se que cerca de 50% da população mundial estejam vivendo em áreas urbanas onde cada vez mais as atividades econômicas se concentram.

Por sua vez, a atual década de 90 foi declarada como a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais. Os desastres naturais são eventos que acompanham os processos de reajustes de equilíbrios rompidos com ou sem participação do homem, causando impactos à sociedade. De acordo com Elo *et al.* (1996), nenhuma cidade está livre dos desastres naturais.

Obviamente que algumas cidades, pelas suas localizações, são mais vulneráveis a determinados riscos. São catastróficas as ocorrências de terremotos, como os verificados nas Filipinas em 1990, na Índia em 1993, na Colômbia em 1994 ou no Japão em 1995. Também são catastróficos os danos causados por atividades vulcânicas, como as de Papua-Nova Guiné onde cerca de 100.000 pessoas foram afetadas em 1994. Tsunamis e furacões (ciclones ou tufões) são outros exemplos de desastres naturais que afetam diversas áreas urbanas, ocasionando mortes e danos econômicos à população.

No Brasil, a maioria dos desastres acima mencionados é praticamente inexistente. Porém outros desastres são bastante conhecidos, tais como as secas na região nordeste do Brasil, as desertificações no sul do país, as inundações em praticamente todo o território nacional, os escorregamentos de solos, a erosão, o assoreamento, etc.

No presente trabalho foram analisadas as inundações e os escorregamentos de solos na Região Metropolitana de São Paulo, versando assim sobre duas preocupações mundiais aos desastres naturais mais comuns aos assentamentos urbanos.

Um dos fatos mais impressionantes que ligam os assentamentos urbanos aos riscos de desastres naturais aqui estudados, apresenta-se intimamente relacionado à forma de ocupação informal e desordenada que se processou na Região Metropolitana de São Paulo. Esta forma de ocupação informal e desordenada é traduzida na favelização e na ocupação indevida de áreas com legislação específica de proteção ambiental sem qualquer controle. Dados estimados pelas Nações Unidas em 1986,

indicavam que cerca de 30% dos assentamentos na Região Metropolitana de São Paulo eram informais.

Desde a década de 70, o município de São Paulo vem apresentando um aumento crescente no número de favelas e, em 1987, mais de 1 milhão de pessoas já estariam habitando 1592 favelas, representando cerca de 11% da população do município (PMSP 1992). Em 1993 esses números saltaram para 1902 favelas e cerca de 19% da população além de cerca de 50% dos habitantes vivendo em assentamentos informais ou irregulares no município de São Paulo (PMSP 1993).

Pelos dados acima, pode-se estimar que pelo menos 3 milhões de pessoas estejam habitando atualmente em favelas na Região Metropolitana de São Paulo, além de cerca de outras 5 milhões de pessoas habitando em assentamentos irregulares, em cortiços e loteamentos em áreas sob proteção ambiental.

Deve-se enfatizar que boa parte desta população encontra-se exatamente nas áreas com maiores potencialidades para ocorrências de inundações ou de escorregamentos identificadas no presente trabalho (anexos 5 e 6). Somente em São Paulo, cerca de 25% das favelas encontram-se na região do bairro de Campo Limpo. Segundo Takiya (1997), no período de chuvas de setembro de 1994 a março de 1995, a região de Campo Limpo registrou 31% das ocorrências de inundações e escorregamentos do município de São Paulo.

O histórico da ocupação da Região Metropolitana, apresentada no Capítulo III, mostra que a preocupação sobre a forma de ocupação dos terrenos nunca foi considerada na demanda solicitada pela população, resultando na expansão desordenada para áreas que mereceriam maiores cuidados ou nunca deveriam ser ocupadas.

Os crescimentos de áreas urbanas, como os verificados em Barueri e em Cotia, através de loteamentos de alto padrão como Alphaville e Granja Viana, em terrenos identificados como de potencialidades média a alta, parecem ser menos problemáticos. Porém, até mesmo nessas regiões, encontram-se casos de ocupação inadequada, em áreas periféricas com alta potencialidade de ocorrência de escorregamentos, pelas populações de baixa renda, que encontram opções de emprego nesses condomínios.

O processo de afastamento das indústrias que vem ocorrendo em São Paulo na última década diminuiu o ritmo de crescimento demográfico, porém gerou também um contingente de desemprego jamais assistido, com

conseqüente incremento da favelização e de moradias em locais cada vez mais inadequados.

Infelizmente, esses problemas parecem estar longe de ser equacionados pois dependem de uma conjunção de esforços técnicos, administrativos e políticos. Enquanto isso não acontece, tem que se conviver com medidas tão injustas quanto o recente episódio de desocupação do Jardim Falcão em São Bernardo do Campo, loteamento irregular em área de mananciais. Foram injustas pela forma com que foi executada e pela ausência total das autoridades durante quase dois anos de ocupação daquela área, seguida de ação espetacular acompanhada pela truculência policial.

## 7.2 - Considerações sobre os resultados alcançados pela metodologia utilizada

Os resultados expressos nos anexos 5 e 6 podem ser considerados satisfatórios. Obviamente as ressalvas apontadas no Capítulo VI para as áreas sujeitas às inundações devem ser consideradas. Possivelmente a influência antrópica sobre a suscetibilidade às enchentes é mais forte do que sobre os escorregamentos.

Não há dúvida de que as áreas de risco aos escorregamentos encontram-se também sob influência da ação do homem na forma de ocupação, contudo a potencialidade natural já é característica da área, antes mesmo da ocupação. Neste caso, o homem age de modo a exarcebar a potencialidade natural.

Pellogia (1997) admite que as situações mais graves de riscos geológicos aos escorregamentos relacionam-se mais aos aterros construídos que aos maciços naturais. Obviamente, nos aterros construídos há grande incidência de ocorrência de escorregamentos. Na maioria dos casos, os aterros são construídos para adequar terrenos impróprios para a ocupação. Estes terrenos impróprios apresentam certo grau de suscetibilidade aos escorregamentos de solos, ou ainda à inundações. Em outras palavras, por ser naturalmente inadequada à ocupação, tenta-se solucionar através de cortes e aterros que por sua vez acabam tornando a área mais suscetível a estes eventos.

O mapa de áreas potenciais para ocorrência de escorregamentos mostra que ao norte e sudoeste situam-se as mais críticas com suscetibilidades ao desenvolvimento deste fenômeno. Além de mostrar boa concordância com ocorrências registradas pela EMPLASA (1985), o mapa ainda indica áreas com características físicas similares sujeitas aos mesmos processos de escorregamentos de solos.

A metodologia utilizada permitiu determinar áreas com maiores ou menores densidades de lineamentos, de drenagens e de amplitudes topográficas. Estas características morfológicas, aliadas ao relevo e à litologia, mapeadas por classes de densidades de ocorrência, ao serem correlacionadas entre si indicam condições mais propícias à ocorrência de um determinado processo

morfodinâmico. Esta correlação normalmente é feita através de método de comparação visual, freqüentemente utilizado em fotointerpretação. No entanto, este procedimento é subjetivo e depende do fotointérprete, além de ser um trabalho extremamente demorado, exaustivo e com baixa reprodutividade dos resultados.

Neste estudo procurou-se eliminar a subjetividade e buscou-se ao mesmo tempo, um resultado de boa qualidade e de rápida execução. A comparação entre os resultados finais e os registros de ocorrência de escorregamentos na área mostrou, que a metodologia é bastante satisfatória em termos de qualidade, objetividade e rapidez.

A quantificação dos fatores envolvidos não elimina a necessidade de interpretação, quando devem ser considerados os significados morfodinâmicos dos resultados obtidos pelos mapas de lineamentos, de drenagens e das amplitudes relativas de relevos.

O mapa com áreas potenciais de ocorrências de escorregamentos, obtido através do IDRISI, pode ser considerado como um modelo aproximado de suscetibilidade natural, uma vez que a provável influência da ação antrópica não foi considerada. Porém o modelo obtido, além de justificar a maioria das ocorrências constatadas na área, permite identificar áreas com potencialidades altas, médias e baixas para a ocorrência de escorregamentos, subsidiando os planejamentos de uso e ocupação da área.

## 7.3 - Considerações sobre a Geologia Urbana

A utilização de conhecimentos geológicos para a solução de vários problemas em áreas urbanas tem aumentado cada vez mais nos últimos anos, porém ainda insuficiente. Na prefeitura do município de São Paulo, menos de 20 geólogos compõem o seu quadro técnico, enquanto cerca de 500 arquitetos e 1500 engenheiros completam as equipes em que, teoricamente, lidariam com alguns dos problemas urbanos comentados no Capítulo IV.

Acredita-se que diversos setores da administração de uma cidade deveriam ter geólogos em seus quadros técnicos atuando em questões relacionadas à habitação, ao parcelamento do solo, à disposição de resíduos, à áreas de riscos, à pavimentação, à canalização, à obras subterrâneas, etc.

Certamente, o profissional de Geologia Urbana requer uma formação mais especializada não somente em mudanças curriculares, mas também dos conteúdos dos programas de graduação ou especialização. Isto não implica em cessar a formação de profissionais para áreas como a mineração, a exploração do petróleo, o mapeamento geológico básico, etc.

Significa, isto sim, que é preciso formar profissionais capazes de trabalhar em equipe, principalmente com engenheiros e arquitetos, embora com bases técnica e científica iguais às oferecidas pelos cursos atuais de graduação em geologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N.** 1957. A geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras*. 219:343.
- ALENCAR, F.; CARPI, L.; RIBEIRO, M.V.** 1980. *História da Sociedade Brasileira*. Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico SA. 339p.
- ALMEIDA, F.F.M.** 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Geologia do Estado de São Paulo. *Bol. IGG*, 41:169-263.
- ALMEIDA, F.F.M.** 1967. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 241, 36p.
- ALMEIDA, F.F.M.** 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 48 (suplemento):15-26.
- ALMEIDA, F.F.M.; RICCOMINI, C.; DEHIRA, L.K.; CAMPANHA, G.A.C.** 1984. Tectônica da Formação Itaquaquecetuba na Grande São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro, SBG, v.4, p. 1794-1808.
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L.** 1978. *Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil*. Projeto Remac, 4, p. 75-88.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - ABAS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA - ABGE; SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - SBG.** 1992. *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo, Encontro temático, 1992. 290p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA - ABGE; SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - SBG.** 1980. *Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*. São Paulo, 1980. Mesa Redonda, Pub. Especial ABGE/SBG. São Paulo, 190p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS - ABMS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E SERVIÇOS GEOTÉCNICOS ESPECIALIZADOS - ABEF.** 1992. *Solos da Cidade de São Paulo*. São Paulo, ABMS/ABEF, 362p.
- AUGUSTO FILHO, O.** 1984. *Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP*. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 167p.
- BANDINI, M.P.** 1992. *Considerações sobre o ordenamento do uso do solo urbano em áreas de risco geológico: o caso do Parque Lanel, Franco da Rocha, SP*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 100p.
- BERGMANN, M.** 1988. *Caracterização estratigráfica e estrutural da seqüência vulcano-sedimentar do grupo São Roque - Região de Pirapora do Bom Jesus - Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 152p.
- BERGMANN, M.** 1990. Litoestratigrafia e paleoambiente do Grupo São Roque na região de Pirapora do Bom Jesus. In: JORNADAS CIENTÍFICAS, São Paulo, 1990. São Paulo, USP, Boletim IG/USP, Publicação Especial, 9, p. 107-109.
- BISHOP, A.W. & HENKEL, D.H.** 1962. *The Measurement of soil properties in the triaxial test*. Edward Arnold Pub. Ltd. Londres. 136p.
- BUENO, S.** 1982. *Vocabulário tupi-guarani-português*. Brasilivros Editora. São Paulo. 629p.
- CARNEIRO, C.D.R.** 1983 *Análise estrutural do grupo São Roque na faixa entre o pico do Jaraguá e a Serra dos Cristais, SP*. Tese de Doutorado apresentado ao Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 155p.
- CARVALHO, E.T & PRANDINI, F.L.** 1998. Áreas urbanas. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (eds) Geologia de Engenharia. São Paulo, ABGE. p.487-498.
- CHEMEKOV, Y.F.** 1982. Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, 15 Moscou, 1982. *Abstracts*. Moscou, INQUA. V3, p.62.
- CHRISTOFOLETTI, A.** 1980. *Geomorfologia*. Editora Edgard Blücher. São Paulo. 188p.
- CHRISTOFOLETTI, A. & OKA-FIORI, C.** 1980. O uso da densidade de rios como elemento para caracterizar as formações superficiais. *Not. Geomorfológica*. PUC-Campinas. 20(39/40):73-85.
- CHRISTOFOLETTI, A.; GUERRA, C.E.C.; MAGNAVITA, I.M.P.; MARTINS, M.R.; TAVARES, A.C.** 1981 Contribuição à análise morfométrica das regiões das bacias do Jequitinhonha e Extremo Sul, no Estado da Bahia. *Not. Geomorfológica*. PUC-Campinas. 21 (41):61-84.
- COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S.** 1983. A Formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no quaternário paulista. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4. São Paulo, 1983. *Atas...* São Paulo. SBG/SP. p.253-266.
- CORDANI, U.G. & TEIXEIRA, W.** 1979. Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. (coord.) *Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folhas Rio de Janeiro (SF-23), Vitória (SF-24) e Iguape (SG-23)*. Brasília, MME/DNPM, p.175-207.
- COTTAS, L.R.** 1983. *Estudos geológico-geotécnicos aplicados ao planejamento urbano de Rio Claro, SP*. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p.
- COUTINHO, J.M.V.** 1980. Relações litológicas e estruturais da bacia de São Paulo com o Pré-cambriano circunvizinho. In: ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA DE SÃO PAULO (MESA REDONDA), São Paulo, 1980. ABGE/SBG-SP, *Publicação Especial*, p.15-23.
- COUTINHO, J.M.V.** 1980b. *Carta geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo, 1:100.000*. EMLASA, São Paulo. 2 folhas.



- COZZOLINO, V.** 1972. *Tipos de sedimentos que constituem a Bacia de São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 116p.
- DANTAS, A.S.L.** 1990. *Geologia da faixa São Roque e intrusivas associadas na região entre São Paulo e Mairiporã, -norte de São Paulo - SP*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 199p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE** 1984. *Inundações em áreas urbanas: conceituação, medidas de controle e planejamento*. São Paulo. DAEE, 26p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM** 1980. *Plano Diretor da Mineração para a Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo. DNPM/CPRM/Gov. Est.de São Paulo. 63p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM**, 1998. *Bases para o planejamento da mineração de areia na Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo. DNPM, 133p e mapas.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL & COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS -DNPM/CPRM** 1991. *Projeto Integração Geológica da Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo. DNPM/CPRM - 65p. e 28 mapas.
- DIJKGRAAF, C.** 1987. The urban planet. *ITC Journal*. ITC. Holanda, 1987-3:194-196.
- ELO, O.; PALM, E.; VROLIJKS, L.** 1996. Disaster reduction in urban areas. *ITC Journal*. ITC. Holanda, 1996-1:29- 37.
- EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO SA - EMPLASA** 1983. Reconstituição da memória histórica da Grande São Paulo. São Paulo. EMPLASA, Secretaria de Estado dos Negócios Metropolitanos, 256p.
- EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO SA - EMPLASA** 1985. *O problema das inundações na Grande São Paulo: situação atual e implementação de diretrizes metropolitanas de drenagem*. São Paulo. EMPLASA, Secretaria de Estado dos Negócios Metropolitanos, 152p.
- FITTIPALDI, F.** 1990. *Vegetais fósseis da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo)*. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 146p.
- HACHICH, W. & NADER, J.J.** 1992. Correlações entre parâmetros: análise crítica. In: **NEGRO Jr, A. FERREIRA, A.A. ALONSO, U.R.; LUZ, P.A.C.** (eds) Solos da cidade de São Paulo. São Paulo, ABMS/ABEF. p. 181-192.
- HASUI, Y. & CARNEIRO, C.D.R.** 1980. Origem e evolução da Bacia de São Paulo. In: MESA REDONDA: ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO. São Paulo, 1980. *Publicação Especial*. São Paulo, ABGE/SBG. p. 47-52.
- HASUI, Y. & PONÇANO, W.L.** 1978. Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG, v.1, p.368-381.
- HASUI, Y. & SADOWSKI G.R.** 1976. Evolução geológica do Pré-cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. *Rev. Bras.Geociências*. SBG. São Paulo, 6(3):182-200.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M.** 1975. The Ribeira Folded Belt. *Rev. Bras. Geociências*. SBG. São Paulo, 5:257-266.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; NEVES, B.B.B.** 1978. As estruturas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG. v.6, p.2423-2437.
- HOBBS, W.H.** 1904. Lineaments of Atlantic border region. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 15:483-506.
- INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS & SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - IGUSP/SBG** 1989. *Workshop geologia da Bacia de São Paulo*. São Paulo IGUSP/SBG-SP. 70p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT** 1981a. *Mapa geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000*. PRÓ MINÉRIO/PROMOCET, 1981. vol.1, 126p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT** 1981b. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. PRÓ MINÉRIO/PROMOCET, 1981. vol.1, 94p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT** 1991. *Levantamento e análise das causas do escorregamento de massa de lixo no aterro sanitário Bandeirantes - ASI, em Perus, São Paulo*. Relatório IPT n° 29.596.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT** 1994. *Carta geotécnica do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*. IPT. São Paulo. 22p. e mapas.
- JULIANI, C.** 1993. *Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos grupos Serra do Itaberaba, São Roque e da Pedra Grande, NE da cidade de São Paulo, SP*. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 803p.
- KINSMAN, D.J.J.** 1975. Rift-valley basins and sedimentary history of trailing continental margins. In: **FISCHER, A.G. & JUDSON, S.** (eds) *Petroleum and global tectonics*. Princeton, Princeton Univ. Press, p.83-128.
- LEVESON, D.** 1980. *Geology and urban environment*. New York/Oxford. Oxford Univ. Press, 386p.
- LICHTE, M.** 1991. Arid processes in the SE-Brazilian relief evolution during the last glacial. *Bol. IG-USP*, 8:201-212.
- LIMA, M.R. & MELO, M.S.** 1989. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo. In: Workshop Geologia da Bacia de São Paulo. São Paulo, 1989. *Coletâneas dos trabalhos...* São Paulo, IGUSP/SBG. p.35-37.
- LIMA, M.R.; RICCOMINI, C.; SOUZA, P.A.** 1994. Palinologia dos folhelhos do Gráben de Casa de Pedra, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Geológica Leopoldinense*, 39(2):485-505.
- MARTINS, A.L.** 1984. Breve história dos garimpos de ouro no Brasil. In: **ROCHA, G.A.** (org) *Em busca do ouro: garimpos e garimpeiros no Brasil*. São Paulo. CONAGE, p.177-222.

- MAWE, J.** 1812. Descrição de São Paulo. Sistema de Cultura nos seus arredores - excursões às minas de ouro do Jaraguá - Métodos de mineração nelas Empregados - Volta à Santos. In: *Viagens ao Interior do Brasil*. São Paulo. EDUSP. p.63-74. Trad. Selena Benevides Viana.
- MELO, M.S.; CAETANO, S.L.V.; COIMBRA, A.M.** 1986. Tectônica e sedimentação na área das bacias de São Paulo e Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34. Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v1, p.321-336.
- MÉZÁROS, I.** 1981. *Marx: a teoria da alienação*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 303p.
- METAMIG** 1981. *Ouro*. Belo Horizonte. Gov. Est. De Minas Gerais. 222p.
- MEZZALIRA, S.** 1962. Novas ocorrências de vegetais fósseis no Estado de São Paulo. *O Instituto Geográfico e Geológico*, 15:73-94.
- MORAES REGO, L.F.** 1930. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 46:65-70.
- MORAES REGO, L.F.** 1933. As formações cenozóicas de São Paulo. *Anuário da Escola Polytechnica*, 2:231-267.
- O'LEARY, D.W.; FRIEDMAN, J.D.; POHN, H.A.** 1976. Lineament, linear and lineation: some proposed new standards for old terms. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 87:1463-1469.
- OGATA, M.G.** 1983. *Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano. : uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo*. Rio de Janeiro. IBGE, 187p.
- PELOGGIA, A.U.G.** 1997. *Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno do município de São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 167p.
- PELOGGIA, A.U.G.** 1998. *O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo*. São Paulo, Xamã VM Editora, 271p.
- PISSIS, A.** 1842a. Considérations Générales Sur Les Terrains Du Brésil. Bulletin de la Societé Géologique de France. 13:282-290.
- PISSIS, A.** 1842b. Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil sur les soulèvements qui, à diverses époques, ont change le relief de cette contrée. *Compte Rendus de la Academie des Sciences*, 14:353-413.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP** 1943. *O transporte coletivo na cidade de São Paulo*. São Paulo. PMSP. v1:318p e anexos.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP** 1950. *Comissão de melhoramentos do rio Tietê, Relatório de 1950*. São Paulo. PMSP, 259p e anexos.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP** 1956. *Ante-projeto de um sistema de transporte rápido metropolitano*. São Paulo. PMSP, 272p.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP** 1969. *Plano urbanístico básico de São Paulo*. São Paulo. PMSP, 136p.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP** 1992. *O poder em São Paulo: história da administração pública da cidade*. São Paulo. PMSP, 159p.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP** 1993. *Diagnóstico cartográfico ambiental - Município de São*. São Paulo. PMSP. 35p.
- RICCOMINI, C.** 1989. O Rift continental do Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 256p.
- RICCOMINI, C. & COIMBRA, A.M.** 1992. Geologia da Bacia Sedimentar. In: **NEGRO Jr, A.; FERREIRA, A.A.; ALONSO, U.R.; LUZ, P.A.C.** (eds) Solos da Cidade de São Paulo. São Paulo, ABMS/ABEF. p.37-94.
- RICCOMINI, C.; TURCQ, B. MARTIN, L.** 1989. The Colônia Astroblema. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY. São Paulo, 1989. *Excursion field guide...* São Paulo, INQUA. 14p.
- RICCOMINI, C.; TURCQ, B.; SUGUIO, K.** 1991 The record of continental sedimentation in southeastern Brazil during the last millennium: paleoseismicity, the Little Ice Age, and man. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 63:90.
- ROCHA, H.C.** 1995. *Algumas características dos solos arenosos terciários de São Paulo e suas implicações em obras subterrâneas*. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 136p.
- RODRIGUEZ, S.K.** 1993 *Neotectônica e Sedimentação Quaternária na Região da "Volta Grande" do Rio Xingu, Altamira, PA*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 106p.
- RODRIGUEZ, S.K.** 1994. Comentários a respeito de depósitos stone lines. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38. Camboriú, 1994. *Resumos Expandidos...* Camboriú, SBG. p.189-190.
- RODRIGUEZ, S.K. & FIGUEIRA, R.M.** 1991. *Contribuição geológico-geotécnica e ambiental sobre os aterros sanitários da cidade de São Paulo*. Relatório. São Paulo, PMSP, portaria intersecretarial 369/SSO/91. 30p.
- RODRIGUEZ, S.K. & FIGUEIRA, R.M.** 1992. O uso da projeção esférica na análise de estabilidade do aterro sanitário de Vila Albertina, São Paulo, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. São Paulo, 1986. *Anais...* São Paulo, SBG. v1, p.48-49.
- RODRIGUEZ, S.K.; TAKIYA, H.; MARQUES, W.P.; SEPE, P.M.** 1996. Obtenção de imagens videográficas como subsídio aos estudos de geologia urbana no município de São Paulo (Projeto GEOURB). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador, 1996. *Anais...* Salvador, SBG. 4:265-268.
- ROLNIK, R.** 1992. Política ambiental e gestão da cidade. In: PMSP - Secretaria Municipal do Planejamento. *Cadernos de Planejamento, Diário Oficial do Município de São Paulo, ano 37, n. 243 de 24/12/92(Suplemento)*. 24p.

- SABESP/CEPAS** 1993. Diagnóstico da Região Metropolitana de São Paulo. Base hidrogeológica, 1:50.000. Convênio SABESP/CEPAS. mapas.
- SADOWSKI, G.R. & MOTIDOME, M.J.** 1987. Brazilian megafaults. *Revista Geológica do Chile*. 31:61-75.
- SAINT-HILAIRE, A.** 1851. Viagem à província de São Paulo. São Paulo. EDUSP. 229p.
- SALVADOR, E.D.** 1994. Análise neotectônica da região do vale do rio Paraíba do Sul compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ). Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 129p.
- SCHOBENHAUS FILHO, C.** (coord) 1974. Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folha Assucição (SG.21) e folha Curitiba (SG.22). *mapa*. Brasília, DNPM.
- SCHOBENHAUS FILHO, C.** (coord) 1979. Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23). *mapa*. Brasília, DNPM.
- SEIGNEMARTIN, C.L.** 1979. *Geologia de áreas urbanas: o exemplo de Ribeirão Preto - SP*. Tese de Doutorado apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2 v.
- SERVANT, M.; FOURNIER, M.; SOUBIÉS, F.; SUGUIO, K.; TURCO, B.** 1989. Sécheresse holocene au Brésil (18-20 latitude Sud.). implications paléométéorologiques. *Compte Rendus de la Académie de Sciences*, 30(2):153-156.
- SIMONS, N.E. & MENZIES, B.K.** 1981. Introdução à engenharia de fundações. Rio de Janeiro. Editora Interciência. 199p.
- SOARES, P.C. & FIORI, A.P.** 1976. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Not. Geomorfológica*. PUC-Campinas. 16(32):71-104.
- SUGUIO, K.** 1969. *Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté, Vale do Paraíba, Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. *Boletim n. especial*. 106p. e anexos.
- SUGUIO, K. & BARBOUR** 1969 Morfologia e gênese das estruturas limoníticas dos sedimentos da Bacia de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 41:161-180.
- SUGUIO, K. & TAKAHASHI, L.I.** 1970. Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, São Paulo, SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42:555-570.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, L.R.; RAMPAZZO, L.** 1971. Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo) e seus significados na interpretação do ambiente deposicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25. São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo, SBG. v.2, p.219-225.
- TAKAHASHI, T.** 1998. *Mechanics and countermeasures for the debris flow*. Apostila do curso *Debris flow* oferecido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em julho de 1998. 103p.
- TAKIYA, H.** 1991. *Aplicação dos métodos quantitativos espaciais a dados geológicos da Bacia de São Paulo*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 109p.
- TAKIYA, H.** 1997 *Estudo da Sedimentação Neogênico-Quaternária no Município de São Paulo: Caracterização dos Depósitos e suas Implicações na Geologia Urbana*. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 152p.
- TAKIYA, H. & YBERT, J.P.** 1991. Evidência palinológica de uma fase climática seca durante o Holoceno na Bacia de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2. São Paulo, 1991. *Resumos...* São Paulo, SBG. p.29-30.
- TASSINARI, C.C.G. ; KAWASHITA, K.; SCHMUSS, R.V.; TAYLOR, P.N.** 1988. As idades das rochas e dos eventos metamórficos da região sudeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35. Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG. v.6, p. 2840-2853.
- TEIXEIRA, J.A.G.** 1989. Impactos ambientais da atividade mineral na RMSF. In: PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO. São Paulo. ABAS, ABGE, SBG/SP. *Encontro temático*, p.63-76.
- TRICART, J.** 1972. *Landforms of the humid tropics, forests and savannas*. Londres. Longman Group Ltd. 306p.
- TURCO, B. & MELO, M.S.** 1989. O Quaternário na área da Grande São Paulo. In: Workshop Geologia da Bacia de São Paulo. São Paulo, 1989. *Coletâneas dos trabalhos...* São Paulo, IGUSP/SBG. p.64-70.
- TURCO, B.; RICCOMINI, C.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; MOREIRA, M.Z.; SUGUIO, K.** 1989. Sedimentação quaternária dos depósitos orgânicos dos últimos 30.000 anos no Brasil Central. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 2. Rio de Janeiro, 1989. *Resumos...* Rio de Janeiro, ABEQUA. P.39-49.
- TURCO, B.; SUGUIO, K.; SOUBIÉS, F.; SERVANT, M.; PRESSINOTTI, M.M.N.** 1987. Alguns terraços fluviais do sudoeste e do centro-oeste brasileiro datados por radiocarbono: possíveis significados paleoecológicos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS QUATERNÁRIOS, 1. Porto Alegre, 1987. *Anais...* Porto Alegre, ABEQUA. p.379-392.
- VALVERDE, F.M.; MORAES, R.O; KULAIF, Y.** 1992. Atividade mineral: potencialidade e exploração atual. In: PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO. São Paulo. ABAS, ABGE, SBG/SP. *Encontro temático*, p.57-62.
- VARGAS, M.** 1951. A carga de pré adensamento das argilas de São Paulo. São Paulo. *Anais da Associação Brasileira de Mecânica de Solos*. 1:100-109.
- VARGAS, M.** 1980. Geotecnia do Terciário de São Paulo - histórico. In: ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA DE SÃO PAULO (MESA REDONDA), São Paulo, 1980. ABGE/SBG-SP, *Publicação Especial*, p.37-45.

**VARGAS, M.** 1992. Evolução dos conhecimentos. In: **NEGRO Jr, A.; FERREIRA, A.A.; ALONSO, U.R.; LUZ, P.A.C.** (eds) Solos da Cidade de São Paulo. São Paulo, ABMS/ABEF. p.1-35.

**ZUQUETTE, L.V.** 1987. *Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as*

*condições brasileiras.* Tese de Doutorado apresentada à escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 3 v.

#### Consultas via internet com citações no texto

<http://anchieta.org.br>  
<http://eu.ansp.br/~stm/>  
<http://prodam.pmsp.sp.gov.br>

<http://www.ibge.gov.br>  
<http://www.seade.gov.br>  
<http://www.inetsserver.com/emplasa/conheca01.html>

#### Para Referência Bibliográfica:

<p><b>RODRIGUEZ, S.K.</b> 1998. Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 171p, mapas.</p>
--