UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo.

ISABEL CRISTINA MOROZ - CACCIA GOUVEIA

São Paulo
2010

ISABEL CRISTINA MOROZ – CACCIA GOUVEIA

Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora.

Orientadora: Profa. Dra. Cleide Rodrigues

São Paulo
2010

ERRATA

MOROZ – CACCIA GOUVEIA, I. C. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese de Doutorado (Departamento de Geografia da FFLCH), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 363p.

		Onde se lê	**Leia-se**
p. 330	**(Quadro 7)** Subsistema: Planície Fluvial, Indicador: Hidro-Geomorfológico, Parâmetro: "Áreas de armazenamento de águas".	Áreas verdes 3,7 Km^2 (capacidade de armazenamento 3.700.000 m^3)	Áreas verdes 4,2 Km^2 (capacidade de armazenamento 4.200.000 m^3)
		Redução de 83,7% da capacidade de armazenamento de águas	Redução de 82,6% da capacidade de armazenamento de águas
p. 334	primeira linha	teriam apenas 16,3% da capacidade	teriam apenas 7,9% da capacidade
	na terceira linha	o leva a crer que	o que leva a crer que
p. 341	terceira linha	200%	2000%

ISABEL CRISTINA MOROZ - CACCIA GOUVEIA

Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora.

Aprovado em:_____

Banca Examinadora:

- Profa. Dra. Cleide Rodrigues (orientadora)
Instituição: Departamento de Geografia - FFLCH/USP
Assinatura:_____

- Prof. Dr._____
Instituição:_____
Assinatura:_____

- Prof. Dr._____
Instituição:_____
Assinatura:_____

- Prof. Dr._____
Instituição:_____
Assinatura:_____

- Prof. Dr._____
Instituição:_____
Assinatura:_____

Ao Yan, com todo amor.

"Há um menino
Há um moleque
Morando sempre no meu coração
Toda vez que o adulto balança
Ele vem pra me dar a mão..."
(Bola de Meia, Bola de Gude – Milton Nascimento)

Aos meus pais, Irineo e Iza, por todo amor, dedicação e incentivo.

"Sua barriga me deu a mãe
O pai me deu o seu braço forte
Os seios fartos me deu a mãe
O alimento, a luz, o norte
A vida é boa me diz o pai
A mãe me ensina que ela é bela."
(Comunhão - Milton Nascimento)

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de bolsa.

À Profa. Dra. Cleide Rodrigues, pela orientação e pela confiança em compartilhar suas idéias, apresentando-me novas possibilidades de aplicação da Geomorfologia.

Ao Prof. Dr. Jurandyr L. S. Ross, que considero meu "pai geográfico" e a quem devo muito do que aprendi nesses anos.

Á Profa. Dra. Rosely Pacheco Dias Ferreira, pelas contribuições na qualificação, pelo incentivo e pela disposição em ajudar.

Aos professores do Departamento de Geografia, especialmente Profa. Dra. Sueli A. Furlan; Prof. Dr. Francisco Scarlato; Prof. Dr. Mário de Biasi e Prof. Dr. José Bueno Conti, com os quais uma simples conversa nos corredores pode ser muito rica em aprendizado.

Aos funcionários do Departamento de Geografia: em especial, meus ex-colegas, Cida, Ana, Orlando e Luciana, pela competência, pela disposição em ajudar e pela simpatia.

Ao geógrafo (e também doutorando), Msc. José Mariano Caccia Gouveia, com quem compartilho a vida, os sonhos e a Geografia. Obrigada pelas sugestões e ajuda na revisão da tese e, sobretudo, pela cumplicidade na vida cotidiana.

Ao Yan, pela paciência, e por entender a falta de atenção e dedicação de seus pais.

À minha família (meus pais, irmão e madrinha), por compreenderem minha falta de tempo, meu mau-humor e por me ajudarem, no dia-a-dia, dando atenção ao Yan.

Às amigas geógrafas: Msc. Giorgia Limnios, cuja ajuda na confecção dos mapas foi essencial; Profa. Dra. Marisa Mattos Fierz pelo incentivo e pela amizade; Msc. Juliana de Paula Silva, por assumir algumas responsabilidades minhas, quando precisei me dedicar exclusivamente à finalização da tese; à recém-doutora Edelci Nunes da Silva, companheira nas angústias e esperanças dessa fase acadêmica, e à futura geógrafa Gabriela Caccia Gouveia, pela ajuda nas traduções.

Ao colega Msc. Rodolfo Alves da Luz por colaborar, disponibilizando materiais importantes à pesquisa.

Aos amigos geógrafos da FSA, Joines Gustavo e Rodrigo, pela disposição em ajudar na vetorização dos documentos cartográficos. Valeu a intenção...

Obrigada a todos. São pessoas como vocês, cada qual com suas qualidades, que me fazem ainda acreditar que a ação humana também pode promover mudanças positivas, capazes de transformar o mundo num sistema equilibrado e justo.

.

.

"O passado é lição para se meditar,

não para reproduzir."

Mario de Andrade, Prefácio Interessantíssimo *in Paulicéia Desvairada* (1921)

RESUMO

MOROZ – CACCIA GOUVEIA, I. C. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese de Doutorado (Departamento de Geografia da FFLCH), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 363p.

A presente pesquisa objetiva a análise qualitativa e quantitativa das mudanças, decorrentes da urbanização, no sistema hidro-geomorfológico correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, localizada na Região Metropolitana de São Paulo. O estudo, desenvolvido a partir de metodologia denominada "Geomorfologia Antropogênica" ou "Antropogeomorfologia", sistematizado por meio de cartografia e orientado por indicadores morfológicos, de materiais superficiais e de processos hidro-geomorfológicos, baseia-se em análises retrospectivas cartográficas hidro-geomorfológicas, voltadas às condições originais desse sistema e subsistemas – suas condições pré-urbanas -, e às condições representativas de diversos momentos do processo histórico de expansão urbana e produção do espaço urbano metropolitano de São Paulo. Assim, a identificação e análise das características originais e das mudanças promovidas por intervenções antrópicas desenvolveram-se de forma articulada, a partir da cartografia geomorfológica e da pesquisa em fontes historiográficas e iconográficas, considerando-se diferentes recortes temporais e, conseqüentemente, o contexto histórico e sócio-econômico da produção do espaço urbano que promoveu tais modificações. Como resultado da pesquisa, foram produzidos dados que expressam as mudanças no sistema hidro-geomorfológico, decorrentes do processo de urbanização. Esses dados foram obtidos a partir dos documentos cartográficos elaborados, tais como: Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana, mapas evolutivos (Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1881, 1930, 1952, 1983 e 2001), Mapa da Morfologia Antropogênica e Mapa de Unidades Morfológicas Complexas. Além de possibilitar avaliações a respeito do grau de derivação ambiental progressivamente gerado pela intervenção urbana, o estudo colabora na identificação de agentes sociais históricos relevantes no processo de produção do espaço metropolitano.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia geomorfológica, antropogeomorfologia, geoindicadores, urbanização, avaliação de impacto.

ABSTRACT

MOROZ – CACCIA GOUVEIA, I. C. **Originality of the urban Sao Paulo anthropogenic forms: application of the approach of Anthropogenic Geomorphology in River Basin Tamanduateí in the Metropolitan Region of São Paulo.** PhD Thesis (Departament of Geography, FFLCH), University of São Paulo, São Paulo, 2010, 363p.

This research aims at qualitative and quantitative analysis of the changes - arising from urbanization - on hydro-geomorphological system corresponding to Tamanduateí River Basin, located in the Metropolitan Region of São Paulo. The study, developed from the methodology called "Anthropogenic Geomorphology" or "Anthropogeomorphology" through systematic mapping and guided by morphological indicators of surface materials and hydro-geomorphological processes, based on retrospective cartographic hydro-geomorphological analysis, directed at the original conditions of that system and subsystems - its pre-urban conditions - and representative conditions in different moments of the historical process of urban expansion and production of urban space in São Paulo metropolitan area. Thus, the identification and analysis of the original features and changes promoted by human interventions developed in a coordinated way, from geomorphological mapping and research in historiography and iconographic sources, considering different time periods and, consequently, the historical context and socio-economic production of urban space that promoted such changes. As a result of the survey, were produced data that express the changes in hydro-geomorphological system, arising from the urbanization process. Those data were obtained from the cartographic documents produced, such as: Map of Pre-Urban Geomorphology, Evolutionary Maps (Maps of Morphological Changes and Urbanization, 1881, 1930, 1952, 1983 and 2001), Map of Anthropogenic Morphology and Map of Morphologic Units Complex. Besides enabling assessments about the degree of environmental derivation progressively generated by urban intervention, the study helps to identify relevant historical social agents in the process of production of the metropolitan space.

KEYWORDS: geomorphological mapping, anthropogeomorphology, geoindicators, urbanization, impact assessment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Croquis de localização da área de estudo, na RMSP. 6
Figura 2 Distribuição das grandes unidades litoestratigráficas da RMSP..... 83
Figura 3 Compartimentação Geomorfológica da Região Metropolitana de São Paulo 96
Figura 4 Unidades Geomorfológicas da Região Metropolitana de São Paulo 100
Figura 5 Esboço Geomorfológico do Sítio Urbano de São Paulo 107
Figura 6 Unidades Climáticas Naturais do Município de São Paulo 112
Figura 7 Unidades Climáticas Urbanas do Município de São Paulo 122
Figura 8 Planta de São Paulo, de 1810, de Rufino J. F. e Costa. 136
Figura 9 Fragmento da Planta da Imperial Cidade de São Paulo de Rufino J. F. e Costa, 1810 (reedição de 1841, com acréscimos)..... 137
Figura 10 Planta de São Paulo, de 1841, de C. A. Bresser..... 137
Figura 11 Mappa da Cidade de São Paulo e seus subúrbios (Bresser, 1847)..... 138
Figura 12 Planta da Cidade de São Paulo, de Carlos Rath, 1868..... 139
Figura 13 Fragmento da Planta da Cidade de São Paulo, Seção de Esgotos – Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo (1901) 141
Figura 14 Croquis elaborado por Affonso A. de Freitas, em 1892. 142
Figura 15 Carta da Capital de São Paulo, 1842. Ourique, J. J. da Costa..... 145
Figura 16 A Trilha dos Tupiniquins 149
Figura 17 Vista da cidade à partir da Várzea do Carmo em 1821..... 151
Figura 18 Entrada de São Paulo pelo caminho do Rio de Janeiro..... 151
Figura 19 Vista da cidade de São Paulo, a partir da Várzea do Tamanduateí..... 168
Figura 20 Fragmento do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 173
Figura 21 Características do sítio inicial da vila de São Paulo..... 174
Figura 22 Planta da Capital do Estado de São Paulo e seus arredores, de Jules Martin (1890) 183
Figura 23 Intervenções sobre trecho do Rio Tamanduateí..... 202
Figura 24 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1881..... 208
Figura 25 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1930..... 208
Figura 26 Área urbanizada da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no município de São Paulo 1930-1949..... 225
Figura 27 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1952..... 244

Figura 28 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1962.....244
Figura 29 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1972.....244
Figura 30 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1983.....244
Figura 31 Efeitos sobre as variáveis do ciclo hidrológico devido à urbanização.....274
Figura 32 Tipos de leitos fluviais, notando-se a distinção entre o leito de vazante, o menor e o maior.....284
Figura 33 Ocupação da várzea 284
Figura 34 Diferenças no amortecimento do hidrograma de enchente em razão de modificações no traçado do curso d'água.....297
Figura 35 Interação adversa de hidrogramas de cheias como consequência de uma obra de detenção/retenção. 302
Figura 36 Projeto de Renaturalização do Córrego Itororó. 312
Figura 37 Fluxogramas dos processos hidrodinãmicos na Bacia do Rio Tamanduateí no quadro original e quadro atual. 336

Foto 1 Avenida do Estado, às margens do Rio Tamanduateí, no Ipiranga. 119
Foto 2 Favela Heliópolis, bairro do Sacomã.....120
Foto 3 Parque Estadual Fontes do Ipiranga, antigo Parque do Estado.....120
Foto 4 Morro do Pari, em 1955. 130
Foto 5 Aterro na planície de inundação do Rio Tietê, em 1955. 130
Foto 6 Ladeira da Memória e o Piques, 1860. 160
Foto 7 Rio Tamanduateí, em 1870. 167
Foto 8 Ladeira São Francisco, 1862.....171
Foto 9 Ladeira do Carmo (1862/1863).....177
Foto 10 Ladeira do Carmo (1914) 177
Foto 11 Ladeira do Carmo (1887).....177
Foto 12 Avenida Rangel Pestana (2007), antiga Ladeira do Carmo. 177
Foto 13 Rua Marechal Deodoro (1895), no atual Município de São Bernardo do Campo....189
Foto 14 Reservatório Consolação, 1900 196
Foto 15 Adutora sobre o Rio Tamanduateí, 1900.....196
Foto 16 Obras de reurbanização do Parque Dom Pedro II, 1918-22. 200
Foto 17 Parque Dom Pedro II. 200
Foto 18 Morro do Piolho em 1904.....201

Foto 19 Retificação do RioTamanduateí em 1914.....201
Foto 20 Avenida Paulista, em 1902 206
Foto 21 Brás no início do século XX 206
Foto 22 Vista do centro da cidade de São Paulo, a partir da Rua dos Ingleses, c. 1925.....210
Foto 23 Inundação do Rio Tamanduateí, no ano de 1918.....215
Foto 24 Vale do Ribeirão Saracura, em 1927 220
Foto 25 Vale do Ribeirão Itororó, na década de 30 221
Foto 26 Construção dos túneis da Avenida Nove de Julho, em 1936.....221
Foto 27 Construção dos túneis da Avenida Nove de Julho, em 1936.....221
Foto 28 Inauguração da Via Anchieta, em 1947.....222
Foto 29 Rua Marechal Deodoro esquina com a Rua Rio Branco, no Município de São Bernardo do Campo, em 1952.....228
Foto 30 Enchente no bairro do Cambuci, em 1935.....234
Foto 31 Inundação em 1940, na Rua da Cantareira 234
Foto 32 e **Foto 33** Exemplo de implantação de conjunto habitacional (COHAB) em terrenos cristalinos, com grande movimentação de terra. 246
Foto 34 Jardim Silvina, no município de São Bernardo do Campo.....252
Foto 35 Porção oeste do Jardim Silvina, São Bernardo do Campo. 253
Foto 36 Inundação no Vale do Anhangabaú, em 1958. 254
Foto 37 Em fevereiro de 1963, o túnel do Anhangabaú cheio de água. 254
Foto 38 Em 1988, as obras no Vale do Anhangabaú ficaram submersas. 255
Foto 39 Piscinão de Guaraú, na zona norte do município de São Paulo, repleto de lixo.....306
Foto 40 Inundação no ABCD, em 04/02/2010.....306
Foto 41 Rua 25 de março, inundada em 04/02/2010. 306
Foto 42 Avenida 9 de Julho, em 04/02/2010. 306
Foto 43 Estragos causados pela chuva, na zona leste, em 04/02/2010. 306
Foto 44 Exemplo de Canteiro Pluvial, no Mercado New Seasons, Portland, Oregon (USA) 308
Foto 45 Jardins de chuva na Biblioteca de Maple Valley, Washington, (USA).....308
Foto 46, F**oto 47**, **Foto 48** e **Foto 49** Biovaletas em Seattle, Washington (USA).....309
Foto 50 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - Paisagem inicial março/2005 310
Foto 51 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - Renaturalização - Setembro/2005 ..310
Foto 52 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - Renaturalização - Setembro/2006 ..310
Foto 53 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - Renaturalização - Outubro/2008 310

Foto 54 e **Foto 55** Renaturalização do Rio St. Charles em Quebec, Canadá.....310
Foto 56 Tanque de detenção combinado com.....311
Foto 57 Vista parcial de bacia de retenção e pista de caminhada parque urbano implantado pelo programa DREURBS, sub-bacia 1º de Maio. Belo Horizonte/MG.....311
Foto 58 Cratera aberta devido à ruptura de um túnel.....316
Foto 59 Cratera aberta em via pública. (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP) 319
Foto 60 Deslizamento do talude. (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP).....319
Foto 61 Vista do talude onde ocorreu deslizamento. (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP).....319
Foto 62 Vista do deslizamento do talude (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP) 319

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Quadro 1 Indicadores e Instrumentais para Avaliação de Impactos e Mudanças em Sistemas Hidrogeomorfológicos Urbanizados. 26
Quadro 2 Comparação entre as propostas de Tricart (1965) e Verstappen & Zuidam (1975)40
Quadro 3 Classificação Taxonômica dos Fatos Geomorfológicos 45
Quadro 4 Esquema geral de Classificação do Relevo da Terra 46
Quadro 5 Quadro simplificado da taxonômia do relevo (continua).....50
Quadro 6 Períodos escolhidos para a análise evolutiva da urbanização e mudanças antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.....72
Quadro 7 Síntese das Mudanças decorrentes da urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí 330

Tabela 1 Fotografias aéreas utilizadas para a elaboração do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí 68
Tabela 2 Folhas topográficas (1:25.000) utilizadas para elaboração de base cartográfica.....69
Tabela 3 Correspondência entre os conteúdos das Cartas de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (EMPLASA) e do Mapa da Morfologia Antropogênica da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 76
Tabela 4 Conteúdos da Legenda do Mapa da Morfologia Antropogênica da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.....78
Tabela 5 Compartimentação geomorfológica da área de estudos, segundo cada proposta para o relevo do Estado de São Paulo. 95
Tabela 6 Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, segundo Ross & Moroz (1997) 96
Tabela 7 Erodibilidade dos solos do embasamento cristalino e terrenos sedimentares. 109

Tabela 8 Compartimentos do meio físico da RMSP, de acordo com a suscetibilidade à erosão. 110
Tabela 9 Unidades climáticas naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no Município de São Paulo 111
Tabela 10 Atributos climáticos naturais dos meso e topoclimas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 114
Tabela 11 Evolução dos elementos do clima na cidade de São Paulo 117
Tabela 12 Formas de relevo e cursos fluviais originais da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 132
Tabela 13 Distribuição e freqüência de elementos de vertentes de cada Tipo de Forma do Relevo. 133
Tabela 14 Cidade de São Paulo e seus arredores. População e Número de Fogos, segundo os Bairros 1765-1836. 154
Tabela 15 Distribuição da população na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1836 e 1874. 156
Tabela 16 Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí até 1881 180
Tabela 17 Cidade de São Paulo - População Absoluta (1765 – 1920) 186
Tabela 18 Classificação dos habitantes da Capital, segundo a nacionalidade 187
Tabela 19 Dados do Recenceamento Demográfico Agrícola e Industrial, realizado em 1920 192
Tabela 20 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1882-1930) 211
Tabela 21 População no município de São Paulo e RMSP (1920-1950) 223
Tabela 22 População Urbana e Rural e Grau de Urbanização do Município de São Paulo (1940-2000) 223
Tabela 23 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1931-1952) 229
Tabela 24 Densidade demográfica do município de São Paulo 236
Tabela 25 População residente na região do ABCD, segundo os municipios (1932-1980) .. 238
Tabela 26 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1953-1983) 248
Tabela 27 Crescimento da mancha urbana da RMSP entre 1974 – 1989 256
Tabela 28 População e Município e Região Metropolitana de São Paulo (1940-1991) 256
Tabela 29 Incremento da População Favelada – Município de São Paulo. 259

Tabela 30 Favelas no Município de São Paulo 1991-2000. 259
Tabela 31 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1983-2001) 261
Tabela 32 Extensão das intervenções nos canais fluviais, por períodos, na BHRT. 266
Tabela 33 Morfologia antropogênica e Morfologia original ou semi-preservada na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 269
Tabela 34 Ocorrências relacionadas às chuvas, do período de dez/2009 a fev/2010. 305

Gráfico 1 Distribuição dos Tipos de Formas de Relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 133
Gráfico 2 e **Gráfico 3** Distribuição dos elementos de vertentes nas colinas sedimentares e nos morros cristalinos. 133
Gráfico 4 e **Gráfico 5** Gráficos comparativos sobre a distribuição de "fogos" na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí em 1765 e 1836. 154
Gráfico 6 e **Gráfico 7** Distribuição da População Livre na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí em 1765 e 1836. 155
Gráfico 8 Distribuição da População Livre na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí em 1874. 156
Gráfico 9 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1881 179
Gráfico 10 Urbanização, em números absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1881. 180
Gráfico 11 **Pe**rcentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1881. 181
Gráfico 12 Evolução do crescimento da população do município de São Paulo entre os anos de 1765 a 1920. 186
Gráfico 13 e **Gráfico 14** Habitantes, por nacionalidade, em 1872 e 1893, na cidade de São Paulo. 188
Gráfico 15 Evolução do crescimento da população da cidade de São Paulo entre os anos de 1872 a 1930. 207
Gráfico 16 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1930 211

Gráfico 17 Urbanização, em n úmeros absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1930. 212

Gráfico 18 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1930. 212

Gráfico 19 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1952. 229

Gráfico 20 Urbanização, em n úmeros absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1952. 230

Gráfico 21 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1952. 230

Gráfico 22 Evolução do crescimento da população no município de São Paulo (1890-1980) 236

Gráfico 23 Evolução do crescimento da população no município de São Paulo e RMSP (1950-1980) 237

Gráfico 24 Taxas de Crescimento da RMSP e municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, de 1950 a 1980, por período. 237

Gráfico 25 Evolução dos Saldos Migratórios Região Metropolitana de São Paulo e Município de São Paulo – 1940-1980 239

Gráfico 26 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1983. 248

Gráfico 27 Urbanização, em n úmeros absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1983. 249

Gráfico 28 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1983. 249

Gráfico 29 Taxas Geométricas de Crescimento Anual da RMSP, cidades do grande ABC que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí e cidade de São Paulo. 257

Gráfico 30 Evolução dos Saldos Migratórios Região Metropolitana de São Paulo e Município de São Paulo – 1940-1991. 258

Gráfico 31 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 2001. 261

Gráfico 32 Urbanização, em números absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 2001. 262

Gráfico 33 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 2001. 262

Gráfico 34 Evolução da urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em cada Tipo de Forma de Relevo. 264

Gráfico 35 Percentual de ocupação urbana em cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 265

Gráfico 36 Intervenções nos canais fluviais, por períodos, na BHRT. 266

Gráfico 37 Percentuais de áreas com morfologia original ou semi´preservada e áreas com morfologias antropogênicas, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 269

Gráfico 38 Distribuição da Morfologia Original ou semi-preservada, por compartimento geomorfológico. 271

Gráfico 39 Morfologia Original Inicial e Morfologia Original Atual, por Tipo de Forma de Relevo. 271

Gráfico 40 Morfologia original ou semi-preservada e morfologias antropogênicas dos canais fluviais, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 273

Gráfico 41 Variação da produção de sedimentos em decorrência do desenvolvimento urbano 275

Gráfico 42 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Estágio Inicial de Urbanização", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 277

Gráfico 43 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Estágio Intermediário de Urbanização", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 279

Gráfico 44 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Estágio Final de Urbanização", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 280

Gráfico 45 Aumento da vazão média de inundação em função da área impermeável e da canalização do sistema de drenagem. 281

Gráfico 46 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Solo Exposto/Movimento de Terra", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 287

Gráfico 47 Mudanças no comportamento hidrodinâmico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 334

LISTA DE SIGLAS

AGB – Associação dos Geógrafos Brasileiros

ANA – Agência Nacional de Águas

AppGeMa - Grupo de trabalho sobre Cartografia Geomorfológica do IAG

BHRT – Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CTH – Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos

DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A.

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

IAG – International Association of Geomorphologists

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

NATM - New Austrian Tunnelling Method

PDMAT – Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

1.1 INTRODUÇÃO 1

1.2 TEMA, HIPÓTESES, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS 2

1.3 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 5

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO 7

2.1 O ENTENDIMENTO DO RELEVO 7

2.2 A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E A GEOMORFOLOGIA 9

2.3 DA ANÁLISE DE PROCESSOS NATURAIS À ANÁLISE DE PROCESSOS ANTRÓPICOS NA GEOMORFOLOGIA 12

2.4 COMO AVALIAR OS PROCESSOS ANTRÓPICOS? 13

2.5 A URBANIZAÇÃO ENQUANTO FENÔMENO GEOMORFOLÓGICO 21

2.5.1 Antropogeomorfologia da Região Metropolitana de São Paulo 23

2.6 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA 29

2.6.1 Desenvolvimento e diversidade na Cartografia Geomorfológica 31

2.6.2 Unidades Espaciais 41

2.6.3 Escalas Têmporo-Espaciais e a Taxonomia do relevo 43

2.6.4 Para a incorporação da ação humana: cartografia geomorfológica retrospectiva e evolutiva 54

2.7 A ADOÇÃO METODOLÓGICA: CONSIDERAÇÕES E JUSTIFICATIVAS 57

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS 61

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO 62

3.2 IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS HIDRO-GEOMORFOLÓGICAS ORIGINAIS (OU PRÉ-URBANAS) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ. 63

3.2.1 Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana 66

3.3 INVESTIGAÇÃO DA DINÂMICA E DA HISTÓRIA CUMULATIVA DAS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS, DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO 71

3.3.1 Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas 73

3.4 IDENTIFICAÇÃO DAS MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS ATUAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ. 74

3.4.1 Mapa da Morfologia Antropogênica 75

3.5 SISTEMATIZAÇÃO DAS MUDANÇAS RESULTANTES DE SOBREPOSIÇÕES DE MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS E MORFOLOGIAS ORIGINAIS 79

3.5.1 Mapa de Unidades Morfológicas Complexas 79

3.6 AVALIAÇÃO DAS MUDANÇAS NO SISTEMA FÍSICO, DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO, A PARTIR DE INDICADORES 80

CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO 81

4.1 GEOLOGIA 81

4.1.1 Unidades Litoestratigráficas da Região Metropolitana de São Paulo 81

4.1.2 Unidades litoestratigráficas da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí 84

4.2 SOLOS 89

4.3 GEOMORFOLOGIA 91

4.3.1 Compartimentação Geomorfológica Regional 91

4.3.2 Unidades Morfológicas identificadas por Ab'Saber (1957) 101

4.3.3 Características Morfodinâmicas 108

4.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS 110

4.4.1 O Clima Natural 110

4.4.2 O Clima Urbano 115

CAPÍTULO 5 - A GEOMORFOLOGIA PRÉ-URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ 123

5.1 MAPA DA GEOMORFOLOGIA PRÉ-URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ 126

5.1.1 A foz e o traçado originais do Rio Tamanduateí 134

CAPÍTULO 6 - RESGATE HISTÓRICO DA URBANIZAÇÃO E DAS MUDANÇAS ANTROPOGÊNICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ..... 146

6.1 DA FUNDAÇÃO DE SÃO PAULO DOS CAMPOS DE PIRATININGA À IMPERIAL CIDADE..... 148

6.1.1 O Rio Tamanduateí e suas Várzeas: Uma dádiva para a Villa de São Paulo dos Campos de Piratininga..... 148

6.1.2 Ocupação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí até meados do século XIX..... 153

6.1.3 A cidade de barro..... 157

6.1.4 A cidade das águas..... 161

6.1.5 Quando o Tamanduateí passa a ser visto como um "estorvo" para a cidade..... 164

6.1.6 Primeiras transformações urbanas..... 168

6.1.7 Indícios de mudanças na hidromorfodinâmica até 1881..... 170

6.1.8 Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas - 1881..... 179

6.2 A METRÓPOLE DO CAFÉ..... 183

6.2.1 A segunda fundação de São Paulo..... 183

6.2.2 Primeiras indústrias..... 190

6.2.3 Um obstáculo a ser transposto..... 197

6.2.4 Um limite (sócio-espacial) imposto..... 203

6.2.5 A Paulicéia Desvairada..... 206

6.2.6 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1930, e as modificações na hidromorfodinâmica entre 1882 e 1930..... 210

6.3 A METRÓPOLE INDUSTRIAL..... 217

6.3.1 Dos trilhos às avenidas..... 217

6.3.2 A ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí de 1931 a 1952..... 222

6.3.3 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1952, e as modificações hidromorfodinâmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí entre 1931 e 1952..... 228

6.4 A MEGALÓPOLE..... 235

6.4.1 O pobre centro velho e novo centro rico da Metrópole..... 241

6.4.2 A periferia..... 243

6.4.3 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1983, e as modificações hidromorfodinâmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí entre 1953 e 1983..... 247

6.5 AS ÚLTIMAS DÉCADAS 256

6.5.1 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 2001, e as modificações hidromorfodinâmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. 260

6.6 SINTESE DA EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO E MUDANÇAS ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ (1881-2001) 264

CAPÍTULO 7 - O MAPA DA MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA E AS MUDANÇAS NOS PROCESSOS HIDROMORFODINÂMICOS 268

7.1. MORFOLOGIA ORIGINAL OU SEMI-PRESERVADA 271

7.2 MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS RELACIONADAS AO ESTÁGIO INICIAL DE URBANIZAÇÃO 273

7.3 MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS RELACIONADAS AO ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO DE URBANIZAÇÃO 278

7.4 MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS RELACIONADAS AO ESTÁGIO FINAL DE URBANIZAÇÃO 279

7.5 OUTRAS MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS 285

7.5.1 Áreas de solo exposto/movimento de terra 286

7.5.2 Mineração 287

7.5.3 Depósitos Tecnogênicos 289

7.5.4 Morfologias antropogênicas relacionadas ao subsistema fluvial 291

7.5.5 Intervenções Antrópicas Subterrâneas 314

CAPÍTULO 8 - UNIDADES MORFOLÓGICAS COMPLEXAS 320

CONSIDERAÇÕES FINAIS 337

BIBLIOGRAFIA 342

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A mancha urbana estabelecida pela cidade de São Paulo, desde sua fundação em 1554 até meados do século XIX, restringia-se a uma parte do interflúvio Anhangabaú-Tamanduateí. Somente a partir da segunda metade daquele século, começa a expandir-se, perdendo suas feições de cidade colonial e transformando-se em metrópole.

Esta área, cuja importância em termos econômicos reflete-se em todo país e atraiu investimentos, empreendimentos e mão-de-obra durante algumas décadas, hoje atravessa sérios problemas de ordem ambiental gerados pelo seu crescimento vertiginoso, fruto da ineficiência em seu planejamento, e de uma sobreposição histórico-geográfica de problemas sócio-econômicos.

Além de problemas resultantes de deficiências de infra-estrutura, seja pela própria inexistência dessas em algumas áreas, ou por sua saturação em outras; verificam-se também problemas diretamente relacionados às características do meio físico e à sua dinâmica, modificada pelas diversas solicitações do uso urbano. Dentre esses últimos, podem ser citados problemas como degradação e esgotamento de recursos hídricos, inundações, contaminação por disposição de rejeitos, erosão e assoreamentos intensos, recalques e colapsos de solo, escorregamentos e outros. Todos estes problemas, além de afetarem a qualidade, e não raro, a própria vida de parcelas da população; acabam também se refletindo na economia regional, consumindo recursos vultosos na busca de soluções paliativas, e contribuindo para o processo de desindustrialização.

Atualmente, 80% da população brasileira reside em áreas urbanas, o que representa mais de 136 milhões de habitantes. Nessa realidade, que explicita o caráter acelerado e irreversível do fenômeno de urbanização, a questão ambiental urbana emerge de forma

inexorável, diante dos problemas decorrentes da falta de políticas consistentes de planejamento.

Diante desse quadro, o meio físico destaca-se como o componente ambiental que mais interage diretamente com o ambiente construído, condicionando grande parte dos problemas urbanos. Portanto, uma correta gestão do fenômeno de urbanização, buscando a otimização de investimentos, reduzindo perdas e deseconomias, deve basear-se, necessariamente, no conhecimento das potencialidades e limitações do meio físico face às intervenções antrópicas.

Tal conhecimento, no entanto, deve considerar que cada sistema físico, e também seus subsistemas, apresentam características singulares e portanto, respondem de forma diferenciada às diversas modalidades de intervenções antrópicas.

1.2 TEMA, HIPÓTESES, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

Com o intuito de identificar associações entre as características originais dos sistemas hidro-geomorfológicos, as mudanças impostas pela urbanização, e as respostas ambientais resultantes na Região Metropolitana de São Paulo, elegeu-se como área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudo, fundamenta-se na abordagem sistêmica. Assim, entende-se a bacia hidrográfica como um sistema aberto, constituído por subsistemas (conjuntos interfluviais e vertentes, planícies e canais fluviais), onde o equilíbrio dinâmico, em termos hidro-geomorfológicos, depende do ajuste entre formas, materiais e processos.

A escolha da área justifica-se em função de sua representatividade, tanto em termos de diversidade de unidades morfológicas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), quanto em termos de mudanças antrópicas históricas, uma vez que foi alvo do início da urbanização

de São Paulo, e das primeiras obras de aterramento de planícies de inundação e intervenções em canais fluviais através de retificações e tamponamentos.

Os estudos efetuados desenvolveram-se de acordo com metodologia desenhada inicialmente em Lima (1990), e desenvolvida por Rodrigues (1999, 2004, 2005a, 2006, 2008), para a avaliação qualitativa e quantitativa das mudanças ocorridas em sistemas hidro-geomorfológicos da Bacia do Alto Tietê, e da Região Metropolitana de São Paulo, sob a perspectiva do que a autora denomina de "Geomorfologia Antropogênica" ou "Antropogeomorfologia", à partir de uma abordagem da "Geomorfologia Urbana Histórica".

Essa metodologia, segundo Rodrigues (2008), baseia-se em análises retrospectivas cartográficas hidro-geomorfológicas, voltadas às condições originais desses sistemas e subsistemas – suas condições pré-urbanas -, e às condições representativas de diversos momentos do processo histórico de expansão urbana e produção do espaço urbano metropolitano de São Paulo, com o objetivo de reconhecer e dimensionar diversos graus de derivação antrópica dos sistemas e subsistemas estudados. Parte, portanto, da premissa que tais estudos possibilitam uma avaliação qualitativa e quantitativa das principais mudanças ocorridas nos sistemas físicos, a partir da identificação e análise de indicadores morfológicos, de materiais superficiais e de processos hidro-geomorfológicos (RODRIGUES, 2008).

Assim, o presente estudo norteou-se pelo pressuposto da adequação dessa metodologia para a avaliação de mudanças decorrentes da urbanização nos sistemas físicos. Deste modo, apoiá-se em **hipóteses** de naturezas distintas:

Na primeira hipótese, de caráter metodológico, procurou-se responder as seguintes questões:

- É possível, por meio da pesquisa geomorfológica, cartográfica e documental, resgatar as características originais de uma área que, ao longo de mais de cem anos, têm sofrido inúmeras e diversas intervenções antrópicas ?

- A cartografia retrospectiva e evolutiva permite a avaliação de modificações nos processos hidro-geomorfológicos, a partir da identificação das mudanças impressas nas formas e materiais ?

Outra hipótese, esta de caráter analítico, remete à seguinte questão:

- As respostas ou processos resultantes de alto grau de intervenção antrópica apresentam magnitudes muito diferentes dos sistemas físicos originais ?

Buscando respostas a essas questões, a pesquisa procurou, como **objetivo principal**, resgatar a geomorfologia pré-urbana e avaliar a intensidade e a extensão das intervenções antrópicas nas formas e nos materiais superficiais, e suas implicações nos processos hidro-geomorfológicos, na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí.

Para alcançar este objetivo, foi necessário adotar alguns procedimentos**,** tais como:

- Elaboração de mapa da geomorfologia pré-urbana, capaz de auxiliar a compreensão da dinâmica dos processos naturais desse sistema. A elaboração desse produto cartográfico, orientado por princípios e métodos já consagrados na cartografia geomorfológica, buscou a identificação de indícios morfológicos originais através de análises e interpretações de fotografias aéreas, e apoiou-se ainda em pesquisa de documentação cartográfica antiga e na historiografia paulistana;
- Identificação de evidências de mudanças nos processos do sistema hidro-geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, decorrentes da urbanização, a partir de pesquisa em documentação cartográfica antiga e na historiografia de São Paulo;
- Elaboração de documentos cartográficos evolutivos das mudanças morfológicas significativas para a hidromorfodinâmica, utilizando-se de recortes temporais representativos de diferentes fases de produção do espaço urbano;
- Elaboração de documento cartográfico da morfologia antropogênica da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí; e,

- Elaboração de documento cartográfico de síntese, capaz de representar Unidades Morfológicas Complexas, resultantes da sobreposição de intervenções antrópicas em morfologias originais.

Assim, a identificação e análise das características originais e das mudanças promovidas por intervenções antrópicas desenvolveram-se de forma articulada, a partir da cartografia geomorfológica e da pesquisa em fontes historiográficas e iconográficas, considerando-se diferentes recortes temporais e, conseqüentemente, o contexto histórico e sócio-econômico da produção do espaço urbano que promoveu tais modificações.

Ao alcançar o objetivo almejado e encontrar as respostas às questões iniciais, acredita-se estar contribuindo com a aplicação e desenvolvimento da metodologia adotada e fornecendo dados significativos e importantes para a avaliação do impacto humano em sistemas físicos.

1.3 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio Tamanduateí, no estado de São Paulo, nasce no município de Mauá e deságua no Rio Tietê, passando pelas cidades de Santo André, São Caetano do Sul e São Paulo. Sua respectiva bacia hidrográfica abrange ainda, trechos dos municípios de São Bernardo do Campo e Diadema. Segundo DAEE (2008), a bacia do Rio Tamanduateí ocupa uma área de 323 km². Seus limites oeste e sul correspondem aos divisores de água que a separam da Bacia Hidrográfica do Rio Pinheiros, enquanto que seus limites leste e nordeste correspondem aos divisores de água que a separam das bacias hidrográficas do Rio Guaió, Rio Aricanduva e Córrego do Tatuapé.

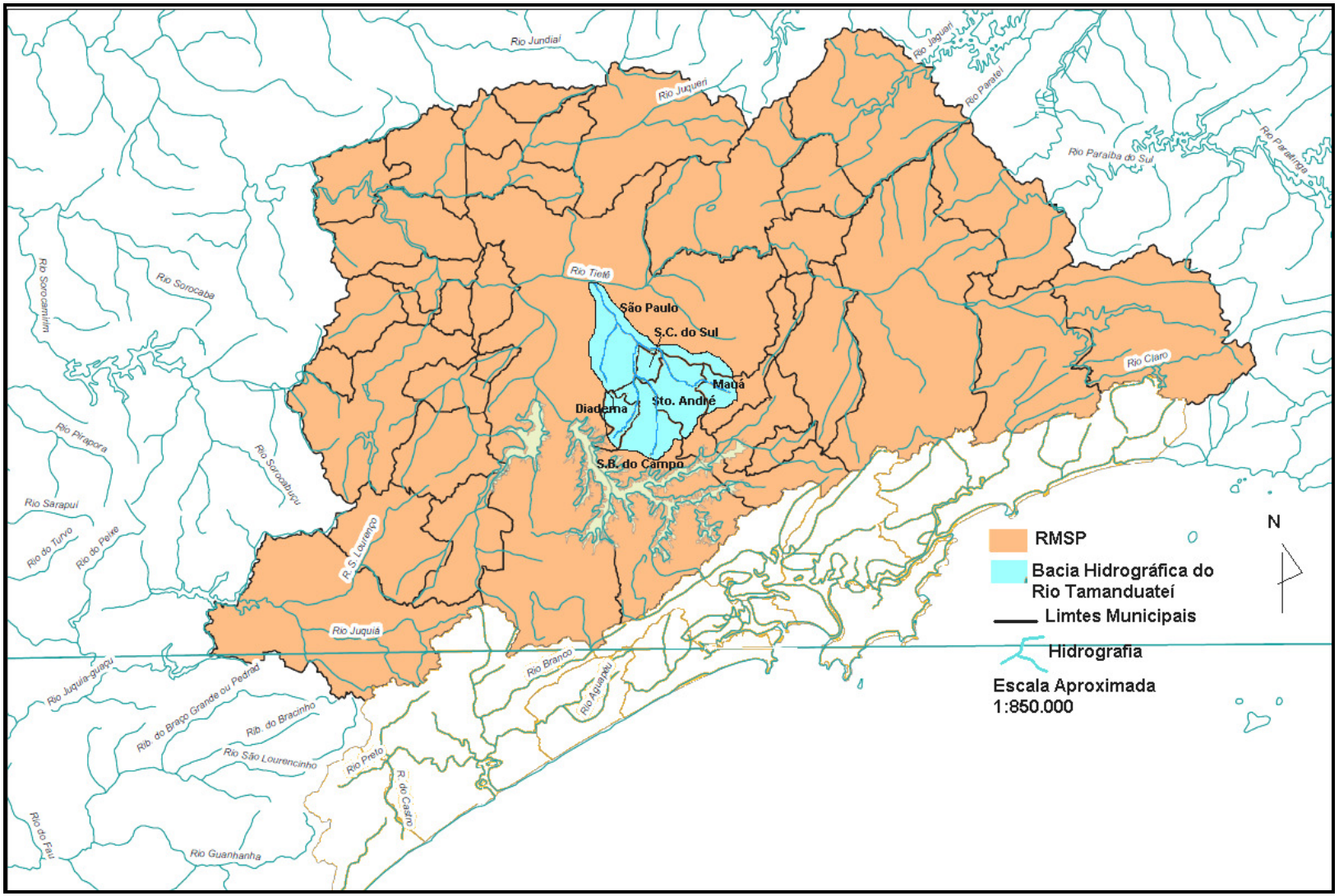


Figura 1 Croquis de localização da área de estudo, na RMSP.
Base: ANA (Agência Nacional de Águas)
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1 O ENTENDIMENTO DO RELEVO

Geomorfologia, numa definição simplificada, é a "ciência que estuda as formas de relevo". No entanto, para alcançar esse objetivo, à primeira vista tão simples e direto, é necessário percorrer um vasto caminho de observações, interpretações, correlações e análises.

Diante da grande diversidade de formas que constituem a superfície terrestre, a simples observação e descrição das formas do relevo já se constitui em tarefa complexa, pois pressupõe um raciocínio multiescalar.

No entanto, para estudar as formas não basta apenas descrevê-las, é necessário, ainda, compreender e explicar como elas surgem e evoluem. Ou seja, a Geomorfologia deve considerar também os processos responsáveis pela gênese e evolução das formas de relevo e por sua distribuição espacial.

Esses processos têm suas origens mais amplas nas forças do interior do planeta (forças endógenas) e na atmosfera (forças exógenas). Não obstante, ao mesmo tempo em que as formas de relevo são conseqüência da atuação desses processos, também podem ser consideradas como causas destas, pois:

> [...] através de variações topográficas e morfológicas abre-se espaço para a interferência da ação da gravidade, que possibilita, por exemplo, o deslocamento de matéria quer seja líquida quer seja sólida das partes mais altas para as mais baixas, em um processo contínuo de desgastes dos terrenos elevados e de acumulação nos segmentos mais baixos. (ROSS, 1990 p.11)

É necessário, ainda, considerar a participação biológica na gênese e no desenvolvimento de processos que criam ou modificam as formas de relevo e também, em especial, a ação do homem - nesse caso não como ser biológico -, mas como ser social. Sua atuação, cada vez mais intensa e diversificada, interfere e controla processos, criando, transformando e destruindo formas de relevo. (MARQUES, 1994)

As forças que comandam os processos responsáveis pela gênese e evolução das formas de relevo, sejam elas endógenas, exógenas, ou ainda biológicas ou antrópicas, não atuam de forma contínua e uniforme sobre a superfície terrestre. Há que se considerar ainda que a superfície terrestre não é homogênea. Portanto, o balanço de processos, e cada processo individualmente, também não age com a mesma freqüência, intensidade e magnitude, o que explica a grande diversidade de formas de relevo na superfície terrestre.

Assim, o estudo das formas de relevo pressupõe também o estudo dos materiais sobre os quais a atuação de determinados processos resulta em determinadas formas. São as características desses materiais que condicionam a atuação dos processos e conseqüentemente, as formas resultantes.

A aparente simplicidade no estudo das formas de relevo, na verdade, constitui-se em tarefa de extrema complexidade, uma vez que estas formas refletem um comportamento dinâmico pois estão sujeitas a ajustes contínuos, como resultado de suas relações com os processos que atuam sobre elas, e de acordo com os materiais constituintes.

Portanto, considera-se a melhor acepção para a Geomorfologia, aquela que a define como sendo o estudo das formas, dos materiais, e dos processos da superfície terrestre, tomados em suas diversas expressões espaço-temporais. Tal definição apoia-se em Hart (1986). Entretanto, esse entendimento das formas de relevo, a partir das relações entre processos e materiais, já havia sido amplamente enfatizado por Ab'Saber (1969) em sua clássica proposta metodológica para os estudos do Quaternário, baseada na tríade processos, depósitos correlativos e formas.

Segundo Christofoletti (1980) Gilbert[1], em 1880, já havia preconizado as inter-relações entre formas, materiais e processos. No entanto, tais considerações só encontraram

[1] GILBERT, Grove Karl. *The Geology of the Henry Mountains.* U. S. Department of the Interior, Washington, EUA. (1880)

respaldo tardiamente, quando associadas à Teoria do Equilíbrio Dinâmico e aos princípios da Teoria Geral dos Sistemas, na segunda metade do século XX.

2. 2 A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E A GEOMORFOLOGIA

No início da década de 1930, o biólogo alemão Ludwing Von Bertalanffy elaborou a Teoria Geral dos Sistemas. Nesta, editada apenas em 1968, ênfase é dada à inter-relação e interdependência entre os componentes que formam um sistema, que é visto como uma totalidade, sendo necessário estudar seus elementos de forma integrada.

No entanto, esta abordagem sistêmica já havia sido preconizada pelo naturalismo alemão do século XIX, que imprimiu uma direção para a observação dos fatos, relacionando o relevo com a litológica, os solos, a hidrologia, o clima e a vegetação.

> [...] Humboldt, na introdução de sua obra Cosmos, escrita entre 1845/62, afirmava que existiam duas disciplinas que tratavam da natureza: uma a Física, que estudava os processos físicos, a outra a Geografia Física, que estudava a interconexão dinâmica dos elementos da natureza através de uma visão integrada concebida a partir do conceito de paisagem." (SUERTEGARAY & NUNES, 2001, p. 15)

Strahler (1952) foi um dos primeiros autores a difundir a noção de sistemas abertos dinâmicos na Geomorfologia, rompendo com a noção davisiana de sistema fechado (Ciclo Geográfico). Segundo Strahler (op cit), a análise geomorfológica deve ser realizada a partir de uma abordagem dinâmica, baseada em sistemas abertos que tendem ao *equilíbrio dinâmico*, e são auto-regulados. Nessa perspectiva, entende-se que a formação do relevo é resultado de um conjunto de forças (energia) que variam no tempo e no espaço, de acordo com as propriedades físicas (estado da matéria) dos componentes sobre os quais atuam.

> [...] a Geomorfologia realizará seu mais pleno desenvolvimento somente quando as formas e os processos forem relacionados em termos de sistemas dinâmicos, e as transformações de massa e energia forem consideradas como funções do tempo. (STRAHLER, 1952, p. 934-935)

Dando continuidade ao paradigma proposto por Strahler (op cit), Hack na década de 1960, ao formular a Teoria de Equilíbrio Dinâmico, considerou o relevo como um sistema

aberto, com a realização de trocas de energia e matéria com outros sistemas terrestres. Dentro dessa perspectiva, todos os elementos da paisagem estão ajustados e evoluem de forma interdependente.

No entanto, por ser um sistema aberto, qualquer mudança na entrada de energia pode levar o sistema a um novo ajuste, pois, de acordo com a teoria do Equilíbrio Dinâmico, o equilíbrio da paisagem é resultado do comportamento balanceado entre os processos morfogenéticos e a resistência das rochas, e também as influências diastróficas. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A Teoria do Equilíbrio Dinâmico de Hack (1960), parte do pressuposto que:

> [...] o ambiente natural encontra-se em estado de equilíbrio, porém não estático, graças ao mecanismo de funcionamento dos diversos componentes do sistema, é um princípio que se inspira na Teoria Geral dos Sistemas, sendo, portanto, entendida pela funcionalidade na entrada de fluxo de energia no sistema que produz determinado trabalho. (ROSS,1990, p.26).

Segundo Sack (1992) o trabalho de Hack foi fortemente influenciado por Gilbert que, inclusive já havia empregado, em 1877, o termo equilíbrio dinâmico. Assim, ao ampliar e reforçar as idéias de Gilbert, Hack acaba conferindo-lhe o status de pioneiro do paradigma de sistema aberto baseado em processos na Geomorfologia.

Até mesmo Chorley (1971), reconhecido por Bertalanffy (1975) como um dos primeiros autores a empregar a Teoria Geral dos Sistemas nas ciências da terra, faz menção aos estudos de Gilbert em seu trabalho, além de apoiar-se também em Strahler (1952) e Hack (1960).

No entanto, além de Bertalanffy, alguns autores como Sack (1992) atribuem a Chorley (1962)[2] a iniciativa de incorporação da Teoria Geral dos Sistemas à Geomorfologia, e à Geografia de um modo geral, pois esse autor expandiu os conceitos de seus antecessores, conferindo exemplificações e sentido aos termos e conceitos, contribuindo para uma linha de trabalho com bases teóricas apoiadas na Teoria de Sistemas.

[2] CHORLEY (1971): Publicação no Brasil.

> Novas concepções passaram a ser formuladas ao serem absorvidas pelos estudos do relevo conceitos oriundos da teoria geral dos sistemas. As noções de sistema aberto (importação e exportação de massa e energia) e de equilíbrio (um ajustamento contínuo entre o comportamento do processo e as formas resultantes) visto em diferentes escalas passaram a fazer parte da fundamentação de uma nova teoria – o equilíbrio dinâmico. [...] As formas passam a representar o resultado contínuo de um ajuste entre o comportamento dos processos e o nível de resistência oferecido pelo material que está sendo trabalhado. As formas deixam de ser algo estático para serem também dinâmicas em suas tendências a um melhor ajuste em sintonia com o modo de atuação dos processos. Disso deriva que a atuação de um processo pode levar ao aparecimento de diferentes formas. (MARQUES, 1994 p.33-34)

A noção de equilíbrio dinâmico é discutida por Schunn e Lichty (1973) a partir da abordagem da temporalidade, espacialidade e causalidade em Geomorfologia. Isto implica em considerar que a noção de equilíbrio dinâmico não deve limitar-se à troca de energia e matéria entre os componentes da paisagem ou do modelado, mas deve considerar também a escala espacial e temporal, seja no macro ou micro espaço, em longo ou curto período de tempo.

Dentre os autores que incorporaram a abordagem sistêmica e o conceito de equilíbrio dinâmico na Geomorfologia, Tricart merece destaque especial. Além de sistematizar a análise ambiental a partir da morfodinâmica, incluiu a ação antrópica como importante componente que interfere significativamente no equilíbrio dinâmico.

Em 1977, Tricart propôs que a paisagem, ou o meio ambiente, sejam analisados pelo seu comportamento dinâmico, através da identificação de "Unidades Ecodinâmicas".

A unidade ecodinâmica, de acordo com Ross (1990),

> [...] caracteriza-se por certa dinâmica do meio ambiente e tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. A morfodinâmica, conforme acentua Tricart, é elemento determinante no entendimento do processo, e esse depende do clima, relevo, material rochoso, solos, cobertura vegetal entre outros.(p. 46)

As "Unidades Ecodinâmicas", conforme o próprio Tricart (1977) explicita, apóiam-se no conceito Ecológico, ou melhor, no conceito de Ecossistema. Tal conceito, sistematizado por Tansley, em 1934[3], apresenta a seguinte definição:

> O ecossistema é um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem. Do ponto de vista da metodologia, o conceito de ecossistema se apóia num tipo de raciocínio elaborado pelos físicos há quase 200 anos e aplicado à termodinâmica. (TRICART, 1977 p.17-18)

---

[3] Tansley, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16, 1935, 284-307.

Diante de tal assertiva, identifica-se claramente que na proposta Ecodinâmica (TRICART, 1977), o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria dos Sistemas, que parte do pressuposto que, na natureza, as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é freqüentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até mesmo permanentes. É a partir dessa perspectiva de análise, que o presente estudo se desenvolveu.

2.3 DA ANÁLISE DE PROCESSOS NATURAIS À ANÁLISE DE PROCESSOS ANTRÓPICOS NA GEOMORFOLOGIA

Segundo Rodrigues (1997), em fins do século XIX e início do século XX, alguns estudos já apontavam caminhos para a inserção do antrópico na pesquisa geográfica e geomorfológica, dentre as quais podem-se destacar como primeiros marcos as obras *"Man and Nature"* ou "*Physical Geography as modified by human action"* de Marsh (1864) e *"Man as a geological agent"* de Sherlock (1922).

Nir (1983) ao fazer uma revisão das referências acerca de estudos do componente antrópico na Geomorfologia, refere-se também a Marsh (1864) e coloca que a percepção mais definitiva da geomorfologia antropogênica culmina com os estudos de Fischer (1915) e de Sherlocks (1922), destacando a importância universal dessa última obra por fornecer, pela primeira vez, uma abordagem quantitativa da atividade geomorfológica urbana. (RODRIGUES, 1997).

Segundo Suertegaray (1997), a concepção do homem enquanto agente transformador do relevo surge, na geomorfologia brasileira, na década de 1950, a partir do artigo de Felds (1958).

No entanto, é a partir da década de 1970, que os aspectos antrópicos passam a ser considerados na Geografia e em especial, na Geomorfologia, de forma mais expressiva, a partir da adoção da abordagem sistêmica.

Autores como Chorley (1971, 1973) e Tricart (1977) encontraram, na abordagem sistêmica, um elo entre os aspectos humanos e os aspectos físicos em Geografia.

Tricart (1977), por exemplo, comentou que a adoção do conceito de sistema pelas diversas disciplinas que compreendem a Geografia Física permite a integração de conhecimentos anteriormente isolados, sendo, à época, uma nova maneira de abarcar os problemas ambientais, e incorporar a ação antrópica como elemento capaz de alterar o "equilíbrio dinâmico" dos sistemas naturais.

A inserção dos aspectos antrópicos na Geografia Física e, em especial, na Geomorfologia, possibilitada pela adoção da abordagem sistêmica, na década de 1970, reflete o contexto histórico da época. As preocupações mundiais diante de problemas sócio-ambientais começam a emergir, e a questão ambiental passa a ter mais visibilidade nas discussões no nível acadêmico.

A intensificação da pressão sobre os recursos naturais e a conseqüente ampliação dos "riscos ou acidentes" ambientais como a erosão dos solos agrícolas, a desertificação, a poluição atmosférica, entre outros; despertam a necessidade de avaliar a magnitude e as conseqüências da interferência antrópica nos sistemas naturais. (VERSTAPPEN, 1986; GREGORY, 1992; RODRIGUES, 1997).

2. 4 COMO AVALIAR OS PROCESSOS ANTRÓPICOS?

A partir da década de 1990, iniciou-se um esforço coletivo, no âmbito das Ciências da Terra, no sentido de sistematizar os estudos acerca das derivações ambientais decorrentes da ação antrópica. O Cogeoenvironment, grupo de trabalho vinculado à IUGS (International Union of Geological Sciences), sistematizou aparato metodológico com definição de

parâmetros, técnicas, medidas, escalas e indicadores para a observação padronizada das mudanças nas taxas, magnitude e freqüência de eventos modeladores da superfície terrestre. (COLTRINARI & McCALL, 1995; RODRIGUES, 2004).

> Foi definida uma lista inicial de indicadores de mudanças dos processos superficiais, denominados, a partir de então, de **geoindicadores**, visando articular estudos até então pouco convergentes. Atualmente, esta lista inicial já possui relativizações para com os diversos domínios morfoclimáticos, sistemas geomorfológicos e escalas têmporo-espaciais. Vêm sendo propostas complementações e substituições, principalmente em função da necessidade de se considerarem as diversas modalidades de intervenção antrópica sob domínios morfoclimáticos e contextos morfoestruturais específicos, conforme demonstram Coltrinari (1996, 1999) e Gupta (1999).(RODRIGUES, 2004, p. 93)

No sentido de contribuir com esses esforços Rodrigues (1999, 2004), a partir de uma ampla e minuciosa revisão da literatura em Geomorfologia, propõe uma metodologia para estudos relacionados à inserção do antrópico como agente modificador do meio físico, baseada na adequação de ferramentas clássicas da Geomorfologia. Neste sentido, a autora apresenta orientações básicas para estudos do meio físico em seus diversos graus de intervenção antrópica, conforme segue:

1) Observar as ações humanas como ações geomorfológicas

De acordo com Rodrigues (2004),

> As atividades humanas promovem mudanças nos atributos das formas, nas propriedades e posicionamento dos materiais e nas taxas, balanços, magnitude, freqüência e localização de processos superficiais.
> [...]
> Nessa perspectiva de observação, deverão ser reconhecidas a gênese e a evolução das formas, processos e materiais derivados direta ou indiretamente de ações antrópicas. (p. 94)

Nesse sentido, os estudos contam com os recursos teóricos e metodológicos tradicionais de Geografia Física e Geomorfologia, destacando-se a cartografia geomorfológica.

2) Investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica.

Segunda a autora, é necessário reconhecer cada atividade humana em si mesma, em sua lógica espaço-temporal e dinâmica intrínseca, uma vez que essas atividades variam de acordo com o contexto histórico e social e com as técnicas adotadas. Assim, a inter-relação do acúmulo histórico dessas intervenções com os atributos naturais locais deve ser compreendida, a fim de avaliar seus significados em termos de extensão, duração e tipo de morfodinâmica derivada. (Rodrigues, 2004)

3) Investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação

De acordo com Rodrigues (2004), a reconstituição da situação *pré-intervenção* ou *pré-antropogênica* revela-se fundamental para a compreensão da gênese dos novos balanços e tipos de processos que se instalam a partir das ações antrópicas, uma vez que

> […] constituem os parâmetros para o dimensionamento das modificações, pois, sem esse conhecimento, não é possível avaliar a magnitude dos impactos das ações que se sobrepõem ao sistema investigado, tampouco identificar variáveis mais relevantes para a detonação de determinados processos indesejáveis.(p.95)

Portanto,

> […] o princípio da reconstituição deve iniciar-se com a investigação geomorfológica das formas, processos e materiais na fase pré-antrogênica e concluir-se com as investigações do acúmulo ou sobreposições históricas de intervenções antrópicas sobre a área. (p.95)

Assim, é necessário considerar a temporalidade das intervenções, identificando estágios de maior perturbação. Nesse sentido, Toy e Hadley (1987) recomendam ao menos três estágios a serem analisados: estágio pré-perturbação, estágio da perturbação ativa e estágio pós-perturbação.

Essa análise, que Rodrigues (2004) chama de *Geomorfologia Retrospectiva*[4] *e Evolutiva,* é passível de sistematização e viabilização por meio dos recursos oferecidos pela Cartografia Geomorfológica, através da utilização de seqüência temporal de aerolevantamentos, além de outras fontes de informação.

---

[4] Jargão sugerido pelo Prof. Dr. Aziz Ab'Saber

4) Empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais

Esse princípio, já consagrado na geomorfologia desde as proposições taxonômicas de Tricart e Cailleux (1965) e Mercerjakov (1968), têm tido sua importância cada vez mais evidenciada nos estudos ambientais, em função da necessidade de identificar quando e o quanto o somatório de mudanças pontuais, em escalas maiores, pode interferir em ciclos regionais ou globais.

A partir do momento que se admite a atividade humana como agente modelador, torna-se imprescindível um raciocínio multiescalar, tanto espacial quanto temporal, na análise geomorfológica.

Se, por um lado, a inserção do antrópico nos processos geomorfológicos remete a atenção aos fenômenos que ocorrem na escala de unidades menores, como a da vertente e das planícies de inundação, pois são as áreas cuja apropriação inadequada freqüentemente gera problemas sócio-ambientais; por outro lado, há que se reconhecer que

> [...] essa força antropogênica acaba sendo visualizada como planetária e até extra-planetária. Resulta dessa visão, um novo olhar sobre o tempo geológico-geomorfológico. A escala geológica, sistematização temporal do planeta e fundamental para os estudos temporais em Geomorfologia, começa a ser repensada. (SUERTERGARAY, 1997 p. 26)

Isso significa que a dinâmica das ações antrópicas no meio físico, principalmente através de uma abordagem geomorfológica, apresenta temporalidade e espacialidade própria, mas podem revelar seus efeitos em diversas escalas.

> Esse agente geomorfológico tem construído e destruído as formas num tempo bem menor do que aquele em que os meios originais estáveis ou intergrades o fazem (Tricart, 1977). As transformações químicas e o transporte de materiais também são realizados numa velocidade e volumes maiores. Ações antrópicas com alto nível de transgressões podem ser realizadas em anos, meses, dias e horas. Todas essas colocações implicam na necessidade de se reconhecerem as ações antrópicas e suas derivações, tomando como referência escalas têmporo-espaciais maiores, sem perder de vista as demais. (RODRIGUES, 2004 p. 97)

5) Empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe

De acordo com Rodrigues (2004), a cartografia geomorfológica têm sido subutilizada nos estudos que investigam as atividades antrópicas. Além do mais, a incorporação das novas tecnologias disponíveis à cartografia ainda não foi explorada totalmente. Por outro lado, muitas vezes, em função das facilidades e da rapidez oferecida por essas novas tecnologias, recursos metodológicos mais amplos – escalas de análise, arcabouço conceitual e procedimentos de campo e laboratório - acabam sendo menosprezados. Assim, "é preciso resgatar os preceitos da cartografia geomorfológica em sua forma tradicional e adaptá-los às novas possibilidades técnicas e às novas demandas por conhecimento".(RODRIGUES, 2004, p. 98)

A cartografia geomorfológica, além de permitir a análise retrospectiva e evolutiva das modificações impressas pelas atividades humanas, apresenta-se como uma ferramenta extremamente útil para a identificação e dimensionamento dos efeitos das ações antrópicas, possibilitando ainda correlações espaciais com outros subsistemas.

6) Explorar a abordagem sistêmica e a teoria do equilíbrio dinâmico

Os princípios contidos na Teoria de Sistemas e suas derivações, tais como a teoria do Equilíbrio Dinâmico, apresentam-se como importante referencial conceitual e metodológico para estudos acerca dos efeitos da ação antrópica na superfície terrestre, uma vez que possibilitam identificar a relevância de variáveis na instauração de novo balanço entre processos, em relação às situações pré-pertubações.

Sob a perspectiva sistêmica, as formas de relevo são entendidas como resultado contínuo de um ajuste entre o comportamento dos processos e a resposta oferecida pelos materiais envolvidos, sendo então o sistema geomorfológico um sistema aberto e dinâmico. Nessa abordagem, portanto, a ação antrópica passa a ser considerada como promotora de novos processos ou novos balanços nos sistemas geomorfológicos.

Assim, a partir de determinadas intervenções, os sistemas podem entrar em desequilíbrio, em função da instalação de novos balanços entre os processos e afetarem, inclusive, outros sistemas conexos.

7) Usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e freqüência

Assim como a teoria do Equilíbrio Dinâmico, a noção de limiar e a análise de magnitude e freqüência estão relacionadas à abordagem sistêmica, e apresentam-se como importantes parâmetros para a avaliação da interferência antrópica nos sistemas naturais.

O conceito de limiar, trazido da metalurgia física e química, foi introduzido e adaptado à análise geomorfológica por Schumm (1973, 1979). (RODRIGUES, 1997). Em linhas gerais, o limiar corresponde ao ponto (ou zona crítica) a partir do qual um sistema é alterado, isto é, a partir do qual instalam-se novos balanços entre os processos, e o sistema passa a apresentar nova resposta.

"Um limiar geomorfológico pode ser considerado como o limite superior de alguns processos cumulativos, através do qual uma seqüência particular de eventos cessa e outra nova, passa a ser introduzida." (RODRIGUES, 2004 p. 99-100)

Coates e Vitek (1980) afirmam que a quantificação dos limiares permite uma melhor compreensão acerca das variáveis envolvidas nos processos, relações entre as variáveis e as prováveis mudanças que ocorrerão no sistema.

As formas de relevo são resultantes de uma série de processos que ocorrem simultaneamente. No entanto, cada processo e forma tem seu próprio limiar, e este varia ainda em função do tempo e do espaço. Diante disso, Coates e Vitek (op cit) propõem uma tipologia, distinguindo limiares intrínsecos ao sistema, limiares extrínsecos, limiares de processos ou de formas, limiares escalares e limiares induzidos pelo homem. (RODRIGUES, 2004).

Conhecer os limiares de sistemas geomorfológicos possibilita, no âmbito do planejamento ambiental, evitar intervenções antrópicas que possam vir a ultrapassá-los. No entanto, "mesmo reconhecidos, esses limiares devem ser relativizados a contextos geomorfológicos e a seqüências de intervenções particulares". (RODRIGUES, 2004, p. 100).

Ainda segundo Rodrigues (2004)

> […] as análises de magnitude e freqüência de eventos geomorfológicos são extremamente úteis na identificação e dimensionamento de mudanças espaço-temporais induzidas pela ação antrópica nos processos geomorfológicos.(p. 100)

8) Dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos

Esta orientação relaciona-se àquela exposta anteriormente (item 6). Assim, a análise específica de sistemas geomorfológicos deve, também, apoiar-se na abordagem sistêmica.

Para reconhecer e dimensionar as ações antrópicas que se sobrepõem ao longo do tempo em um sistema geomorfológico, é fundamental que a análise retrospectiva considere a espacialidade dos sistemas originais e modificados, levando em conta também as transformações processadas em seus sub-sistemas e suas inter-relações. (RODRIGUES, 2004)

9) Levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais

Segundo Rodrigues (2004), do mesmo modo como se propõem que as ações antrópicas sejam avaliadas de acordo com suas diferentes modalidades, uma vez que essas atividades variam de acordo com o contexto histórico e social e também com as técnicas adotadas, (implicando em diferenças em termos de extensão, duração e tipo de morfodinâmica derivada), o contexto morfoestrutural e morfoclimático no qual essas ações se processam também implicará em respostas diferentes.

> Nos estudos preparatórios para a elaboração da lista dos geoindicadores, que tinham como um de seus objetivos centrais a padronização de medidas e taxas, muito se discutiu para incluir a necessidade de relativação de indicadores de sistemas geomorfológicos em diferentes contextos morfoclimáticos e morfoestruturais. (COLTRINARI, 1996a apud RODRIGUES, 2004, p. 101).

10) Ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

Para subsidiar os estudos acerca de mudanças processadas pela ação antrópica, é necessário que existam parâmetros suficientes das condições originais, a fim de possibilitar comparações e dimensionar as derivações resultantes. Como atualmente são raras as áreas isentas de intervenções antrópicas, é importante promover estudos e monitoramentos em fragmentos preservados, tais como Unidades de Conservação, onde essas intervenções ainda não alteraram significativamente o balanço dos processos originais. RODRIGUES (2004)

Na ausência de áreas preservadas cujas características sejam semelhantes, e portanto passíveis de comparação com a área antropizada que se deseja avaliar, Rodrigues (1999) recomenda o **resgate cartográfico da morfologia original** e a adoção de outras fontes de informação, tais como relatos de antigos moradores, jornais, registros indiretos e materiais iconográficos, dentre outros. Nesse sentido, a pesquisa geomorfológica necessita recorrer a uma abordagem histórica.

A utilização de fontes históricas na pesquisa geomorfológica vêm sendo amplamente explorada por diversos autores, dentre os quais destacam-se Trimble (1970, 1974, 1981, 2003)[5]; Trimble & Cooke (1991)[6]; Finlayson (1984)[7]; Gurnell, Peiry & Petts (2003)[8]; Hooke & Redmond (1989)[9]; Rogers, Malde & Turner (1984)[10], dentre outros, conforme se observa na bibliografia apresentada por Trimble (2008).

---

[5] The Alcovy River swamps: the result of culturally accelerated sedimentation. *Bulletin of the Georgia Academy of Sciences, 28,* Georgia, 1970, p. 131-141; Man-induced soil erosion on the Southern Piedmont 1700-1970. *in Solis and Water conservation Society of America.* Iowa, 1974; Changes in sediment storage in the Coon Creek basin in the Drift less Area Wisconsin, 1853-1977. *American Journal of* Science, 283, 1981, p. 454-474; Historical hydrographic and hydrologic changes in the San Diego creek watershed, Newport Bay, California. *Journal of Historical geography 29,* p. 422-444.

[6] Historical sources for geomorphological research in the United States. *Professional Geographer 43*, 1991, p. 195-200.

[7] The oral tradition, environmental change and river basin management: case studies from Queensland and Victoria. *Australian Geographical Studies 33.* 1995, p 180-192.

[8] Using historical data in fluvial geomorphology. In Kondolf, G. & Piegay, H. *Tools in fluvial geomorphology.* Chichester, Wiley, 2003, p. 77-101.

[9] *Historical change in the phisical environment.* Butterworth Scientific, London, 1982.

Rodrigues & Goudie (no prelo) apresentam e discutem a adoção da abordagem da Geomorfologia Urbana Histórica para a avaliação do impacto humano em sistemas físicos, na Região Metropolitana de São Paulo.

2.5 A URBANIZAÇÃO ENQUANTO FENÔMENO GEOMORFOLÓGICO

A ação do homem como agente de transformação do meio físico remonta à sua própria existência, como atestam registros pré-históricos, considerando-se, por exemplo, os sambaquis do litoral brasileiro como formas de relevo antropogênicas, ou ainda, o Latossolo Húmico Antrópico da Região Norte do país, como solo antropogênico.

Em relação às intervenções que promovem mudanças geomorfológicas, a ação antrópica deve ser entendida como um conjunto de modalidades de intervenções. De acordo com Nir (1983) tais modalidades são representadas pelo desmatamento, atividades de pastoreio e agricultura, mineração, intervenções lineares (ferrovias, pontes, rodovias, etc), intervenções no sistema hidrológico (retificações, represamentos e diques), e processos decorrentes da *urbanização*.

De acordo com Lima (1990):

> [...] a leitura geomorfológica do urbano não se limita a entender e dimensionar a intervenção urbana no que se refere aos processos, materiais e formas, mas também em reconhecer várias modalidades de intervenção urbana e situações de instabilidade a elas associadas.(apud RODRIGUES, 2004, p. 119)

Nesse sentido Lima (op. cit) apresenta uma classificação de categorias de intervenção que parte de um primeiro grupo de *intervenções morfológicas*, denominadas "intervenções de primeira ordem", nas quais a *urbanização* é uma das principais, juntamente com a categoria "retirada da cobertura original". Dentre as categorias de primeira ordem encontram-se

---

[10] *Bibliography of repeat photography for evoluating landscape change*. University of Utah Press, Salt Lake City, UT, 1984.

também atividades antrópicas tais como mineração, uso agrícola, implantação de sistema viário, e outros.

Rodrigues e Coltrinari (2004) propõem ainda subdivisões das categorias de primeira ordem.

> Por exemplo, a categoria de intervenção urbanização poderá ser detalhada por padrão de arruamento, por densidade de edificações, densidade de lotes ou por fases de consolidação urbana. Pode ser ainda mais detalhada de acordo com a extensão, profundidade, densidade dessas novas formas ou pelo volume de remanejamento ou substituição de materiais superficiais originais. RODRIGUES (2005 p.103)

A partir de vasta revisão bibliográfica Rodrigues (1997) aponta que, nas principais obras de Geomorfologia Urbana, constam orientações no sentido de identificar os estágios de urbanização que possam significar modalidades relevantes de processos. Assim, fica explícita a necessidade de se ter como parâmetros para a avaliação de mudanças, dados e análises referentes ao estágio pré-urbano, estágio inicial de urbanização, e seus estágios de consolidação urbana.

Nir (1983) ao considerar que uma ciência é reconhecida por sua metodologia e seus paradigmas, afirma que no caso da Antropogeomorfologia a apresentação de paradigmas depende da qualidade e sofisticação de seus métodos, e para alcançar isso necessita de: uma abordagem histórica onde se reconhece a intervenção nas formas, no uso da terra e manejo, e nos processos geomorfológicos; uma abordagem sócio-econômica para diferenciar taxas e extensões dos processos geomorfológicos observados; e, uma abordagem de planejamento. (RODRIGUES, 1997)

> Para isto, recomenda-se que investigações sejam realizadas antes e depois da intervenção antrópica, que se investiguem os ambientes antrópicos totalmente modificados, e as causas relativas aos aspectos sócio-econômicos. Destas conclusões finais o mais relevante parece ser a questão da investigação histórica dos processos naturais e formas, que não se limitam no antes e depois, mas também no 'durante' a intervenção conforme o próprio autor destaca na consideração dos processos antropogeomorfológicos urbanos. (RODRIGUES, 2005 p.121)

Também no trabalho de Toy e Hadley (1987) encontram-se referências à questão da temporalidade das intervenções ou "perturbações", e das escalas preferenciais de tratamento vinculadas a sistemas geomorfológicos e processos (de vertentes, fluviais e hidrológicos) associados. Nesse sentido, os autores propõem que os estudos devem considerar os seguintes períodos:pré-perturbação; perturbação ativa; e, pós-perturbação.

2.5.1 Antropogeomorfologia da Região Metropolitana de São Paulo

Conforme mencionado anteriormente, a partir de um conjunto de revisões teórico-metodológicas nas áreas de Geografia Física e Geomorfologia, Rodrigues, desde 1990, juntamente com seus grupos de estudos vêm, progressivamente, definindo e aperfeiçoando uma metodologia para o estudo do meio físico, em seus diversos graus de intervenção antrópica, principalmente àquelas referentes à categoria "urbanização".

Nesse sentido, os procedimentos metodológicos propostos vêm sendo testados em estudos de recortes espaciais e temporais diversos e complementares, na Região Metropolitana de São Paulo. De maneira geral, demonstram a aplicabilidade da Antropogeomorfologia e da Cartografia Geomorfológica Retrospectiva e Evolutiva.

Assim, a metodologia para avaliações de mudanças em sistemas físicos vem sendo desenvolvida a partir de análises retrospectivas cartográficas e hidro-geomorfológicas, voltadas às condições originais ou pré-urbanas de sistemas e subsistemas, e às condições representativas de diversos momentos do processo histórico de expansão urbana. (RODRIGUES, 2005). Segundo a autora, o instrumental oferecido pela Geografia Física e particularmente, pela Geomorfologia, possibilita ainda, além leituras cartográficas e hidro-geomorfológicas evolutivas e multiescalares, correlações de dados representativos de mudanças nas formas, nos materiais superficiais e nos processos superficiais.

As formas, por exemplo, vêm sendo estudadas por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva evolutiva. Os documentos cartográficos produzidos permitem, a partir da identificação de indicadores morfológicos (originais e antrópicos), tais como modificações das áreas de bacias e sub-bacias hidrográficas - supressão de planícies de inundação e modificações das seções transversais de canais fluviais, dentre outros -, a avaliação qualitativa e quantitativa de mudanças.

Quanto aos materiais, os estudos em diversos níveis de detalhamento, vêm sendo direcionados tanto a indicadores do uso físico da terra, relevantes para os processos hidrológicos superficiais e subsuperficiais, como a características sedimentológicas e estruturais, dentre outras, relativas às formações superficiais e solos (originais e antrópicos).

Nos processos superficiais, vêm sendo comparadas taxas de diversos processos hidrológicos e sedimentológicos, tais como: taxas de erosão e de sedimentação em sub-bacias urbanizadas e não urbanizadas, tipos e freqüência de fluxos hídricos superficiais em diversas sub-bacias, dentre outros, representativos de diversas fases de urbanização

Parte dessas aplicações e testes das proposições metodológicas de Rodrigues, foi realizada em conjunto com outros pesquisadores, dentre os quais se destacam Carmo (1998), Batista (2003), Carvalho (2002; 2006), Alameddine (2005), Silva (2005) dentre outros. Dentre os principais resultados da aplicação da metodologia, Rodrigues (2008) destaca:

> - a produção de mapas geomorfológicos retrospectivos e evolutivos, com conteúdos tradicionais da geomorfologia e conteúdos e indicadores da antropogeomorfologia para diversas escalas de abordagem.
> - proposição e sistematização de indicadores para avaliação mudanças (efeitos e impactos) da urbanização no meio tropical úmido.
> - avaliação dos impactos da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos em diversas escalas e para diversos recortes espaciais e temporais. (RODRIGUES, 2008, p.5)

Esses estudos efetuados na Região Metropolitana de São Paulo, área de alta derivação antrópica resultante da urbanização, contribuem também com a discussão e aperfeiçoamento da lista dos geoindicadores de mudanças ambientais, proposta pela IUGS (International Union

of Geological Science), uma vez que possibilitam a identificação de indicadores e parâmetros para avaliação dos efeitos das intervenções antrópicas em sistemas hidro-geomorfológicos urbanizados, no meio tropical úmido.

> Para exemplificar os resultados metodológicos que vem sendo gerados com essas pesquisas, apresenta-se uma das partes mais relevantes, o quadro dos *indicadores,* divulgado sinteticamente por ocasião do 32nd International Geological Congress, em agosto de 2004 (Rodrigues & Coltrinari 2004) atualmente mais desenvolvido e ampliado. O quadro é a sistematização dos parâmetros propostos para a leitura dos efeitos ou mudanças da intervenção urbana em sistemas geomorfológicos do meio tropical úmido voltado para a realidade da região metropolitana de São Paulo. É resultado obtido a partir de dois tipos de estudos de longo prazo: das revisões bibliográficas de recursos teórico-metodológicos nas áreas de Geografia Física, Geomorfologia Pura e Aplicada e do somatório dos estudos de caso na região metropolitana desenvolvidos à luz de princípios e procedimentos selecionados dessas revisões e de experiências com geomorfologia aplicada no Brasil. Como instrumento auxiliar para essa sistematização, realizou-se uma adaptação da proposta dos *geoindicadores*, iniciativa de grupo vinculado à IUGS (International Union of Geological Science), na qual são propostos indicadores para monitoramento de mudanças, ditas geológicas, e exclusivamente voltadas para sistemas geomorfológicos com alto nível de preservação. O quadro proposto inspira-se na objetividade proposta pela lista original, que apresenta parâmetros, indicadores e medidas principalmente para monitoramento de processos de ciclo curto (cem anos ou menos). (RODRIGUES, 2008, p.12)

1.1 INDICADORES MORFOLÓGICOS

SISTEMA INDICADOR	NATUREZA / ESCALA	PARÂMETRO	MEDIDA	INSTRUMENTOS BÁSICOS
BACIAS HIDROGRÁFICAS	AO /MD.	ÁREA / forma/localização	m² ou km² /década/ ano/ mês	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes)
BACIAS HIDROGRÁFICAS	AO/MD	- DENSIDADE DE DRENAGEM (DD) ou COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO (CM)	DD ou CM/década/ ano/mês -Km/Km² -m²/m	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes/aerofotos)
BACIAS HIDROGRÁFICAS	AO/MD	- DIREÇÃO DE FLUXO	Extensão Total/década/ ano/mês	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes/aerofotos)
PLANÍCIES	AO/D	ÁREA/ALTITUDE/forma/ localização	m² ou km²/década/ ano/ mês m/ -década/ ano/ mês	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes/aerofotos) PERFIS topográficos antigos e recentes
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	AO/MD	ÁREA	m² ou km²/década/ ano/ mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	AO/D	ALTITUDE	m/década/ ano/ mês	PERFIS topográficos antigos e recentes
CANAIS FLUVIAIS	AO/MD	COMPRIMENTO	m/km/déca-da/ano/mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA
CANAIS FLUVIAIS	AO/MD	PADRÃO	m ou km/ano/ mês/padrão	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA
CANAIS FLUVIAIS	AO/MD	DECLIVIDADE	m/h/%/década/ano/ mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA e, relatórios técnicos .
CANAIS FLUVIAIS	AO/D	LARGURA	m/década/ano/ mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA e, relatórios técnicos
CANAIS LUVIAIS	AO/D	SEÇÃO TRANSVERSAL	m²/década/ano/mês	RELATÓRIOS TÉCNICOS e levantamentos de CAMPO
CANAIS FLUVIAIS	AO/D	PERFÍS BATIMÉTRICOS	Perfis correlacionáveis/década/ano	TOPO-BATIMETRIA em documentos antigos e recentes. Levantamento
CANAIS FLUVIAIS	AO/D	PROFUNDIDADES MÉDIAS	h/ano/décadas	TOPO-BATIMETRIA em documentos antigos e recentes. Levantamento
CONJUNTOS INTERFLUVIAIS E DE VERTENTES	AO/M	ÁREA	Km²/década/ano/mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA

Quadro 1 Indicadores e Instrumentais para Avaliação de Impactos e Mudanças em Sistemas Hidro-geomorfológicos Urbanizados**.**
- NATUREZA DO INDICADOR: ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = **O**./ ANTROPOGÊNICO= **A**.; - **ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR:** MÉDIA =**M**; DE DETALHE=**D**.
Fonte: RODRIGUES (2010) **(Continua)**

1.2 INDICADORES DOS MATERIAIS SUPERFICIAIS: FORMAÇÕES SUPERFICIAIS E SOLOS / USO FÍSICO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL

INDICADORES	NATUREZA	PARÂMETROS	MEDIDAS	INSTRUMENTOS BÁSICOS
COBERTURA VEGETAL	AO/DM	ÁREA/sistema/tempo	m²/Km²/ano/década/	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos, e Campo)
ÁREAS DESMATADAS	A/DM	ÁREA/sistema/tempo	m²/Km²/ano/década/	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos/ e Campo)
SOLOS ORIGINAIS	O/DM	ÁREA/sistema/tempo	m²/Km²/ano/década/	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos, Campo/dados pedológicos)
SOLOS E FORMAÇÕES SUPERFICIAIS	AO/DM	ÁREA/ sistema/PROPRIEDADES/volume/TEMPO	m²/km²/propriedades/m³/km³/sistema/ano/década	CARTOGRAFIA (Aerofotos/Documentos Antigos e recentes, Perfis/ Sondagens, Levantamento de Campo/ tradagens/ sondagens/testes/Ensaios e Análises Laboratoriais)
		- propriedades MECÂNICAS	- Resistência - Compactação	
		- propriedades HIDROLÓGICAS	- Porosidade - Permeabilidade. - Compactação	
		- propriedades SEDIMENTOLÓGICAS E PEDOLÓGICAS	- Textura - Estrutura e Outras	
		-propriedades ESTRATIGRÁFICAS	- Espessura. - Descontinuidades e Outras	
SOLOS IMPERMEABILIZADOS	A/DM	ÁREA/tempo	Km²/mês/ano/década	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos, e Campo)
ATERROS	A/DM	ÁREA/tempo	Km²/mês/ano/década	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos e Campo)
SOLOS PERTURBADOS (superfícies expostas/cortes e terraplenagens)	A/DM	ÁREA/tempo	Km²/mês/ano/década	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos e Campo)
SUPERFÍCIES URBANIZADAS Contínuas	A/DM	ÁREA/padrão morfológico urbano/tempo	Km²/padrão/ mês/ ano/ década/	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos e Campo)
SUPERFÍCIES URBANIZADAS Descontínuas	A/DM	ÁREA/ padrão morfológico urbano/tempo	Km²/padrão/ mês/ ano/ década/	CARTOGRAFIA (Documentos Antigos e recentes, Imagens de satélite/mosaicos e Campo)

QUADRO 1 - Indicadores e Instrumentais para Avaliação de Impactos e Mudanças em Sistemas Hidro-geomorfológicos Urbanizados**.**
- NATUREZA DO INDICADOR: ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = **O**./ ANTROPOGÊNICO= **A**.; - **ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR:** MÉDIA =**M**; DE DETALHE=**D**.
Fonte: RODRIGUES (2010) **(Continua)**

1.3 INDICADORES DE PROCESSOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS

INDICADOR processo	NATUREZA	PARÂMETRO	MEDIDAS	INSTRUMENTOS BÁSICOS
Variabilidade do NÍVEL D´ÁGUA (originais / de operação de sistemas hidráulicos/ canais, planícies e reservatórios)	AO/D	- N..A / Número de eventos./tempo - N. A / Número de eventos /ÁREA alagada correspondente	-N/m/dia/mês/ano -m/N/área	Pesquisa Documental/dados de operação
REGIME FLUVIAL	AO/DM	VARIABILIDADE ANUAL DAS VAZÕES (inclui margens plenas e inundações)	m³/s /Vazões médias mensais /década/século	Pesquisa documental/ monitoramento
Freqüência e Magnitude de VAZÕES FLUVIAIS EXTREMAS (originais / de operação de sistemas hidráulicos/canais e reservatórios)	AO/D	Número de eventos de VAZÕES EXTREMAS/magnitude/Tempo	N/M³/s/dia/mês/ano década	Pesquisa documental/ monitoramento
Variabilidade de VAZÕES de reservatórios e outros sistemas hidráulicos	A/D	NÚMERO de eventos /MAGNITUDE das VAZÕES /tempo	M³/s/década/ano/mês	Pesquisa documental/dados de operação
VAZÕES SÓLIDAS em fluxos fluviais e de vertentes	AO/D	VAZÕES SÓLIDAS/ volume/tempo/sistema/ textura	M³/s/dia/mês/ano/déc	Pesquisa documental/ Monitoramento de CampoAnálises Laboratoriais
BALANÇOS de TIPOS DE FLUXOS HÍDRICOS em sistemas fluviais e de vertentes	AO/D	-PARTICIPAÇÃO RELATIVA/TIPO de fluxo/tempo/área/sistema -Participação relativa/TIPO de fluxo/TAXAS DE EROSÃO correspondentes/tempo/sistema	-Percentuais/tipo/dia/mês/ano década/m²/km²/sistema -percentuais/tipo/m³/s/dia/mês/ ano/década/sistema	Monitoramento de Campo
Taxas de DESMATAMENTO	A/DM.	ÁREA/tempo	Km²/ano década	Cartografia (Documentos Antigos e Recentes, Aerofotos, Mosaicos Imagens de satélite)
Freqüência e Magnitude de INUNDAÇÕES	AO/DM.	NÚMERO de eventos/N.A e VAZÕES correspondentes/TEMPO de Duração e Frequência/Área/sistema ou localização/	m/número de eventos/hora/m³/ hora/dia/mês /ano/década/m²/ sistema	Cartografia, Pesquisa documental e Monitoramento
Taxas e balanços de tipos de processos de EROSÃO em VERTENTES	AO/D	-VOLUME erodido/ processo/TEMPO. -ÁREA erodida / processo TEMPO / tipos de processos: escoamento superficial concentrado, difuso , movimentos de massa e outros.-FREQUÊNCIA/Número/tipo de evento/tempo	m³/hora/dia/mês/ano década//tipo de evento - m²;km² /tipo de processo/ mês ano/ década - N/tipo de processo/ mês/ano/década	Cartografia, Pesquisa documental e Monitoramento

Quadro 1 Indicadores e Instrumentais para Avaliação de Impactos e Mudanças em Sistemas Hidro-geomorfológicos Urbanizados**.**
- NATUREZA DO INDICADOR: ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = **O**./ ANTROPOGÊNICO= **A**.; - **ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR:** MÉDIA =**M**; DE DETALHE=**D**.
Fonte: RODRIGUES (2010) **(Conclusão)**

2.6 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

Mapas ou cartas geomorfológicas não podem ser entendidos apenas como um tipo ou modalidade de Mapa Temático[11], que se apresentam como um complemento ou documento síntese de pesquisa. De acordo com Tricart (1965), o mapa geomorfológico "constitui a base da pesquisa e não a concretização gráfica da pesquisa já feita". (ROSS, 1990, p.52)

Embora o material cartográfico elaborado possa expressar a síntese da pesquisa efetuada, o mapeamento geomorfológico é, antes de tudo, um processo de investigação, um instrumento de pesquisa.

Diferentemente de outros mapas temáticos que representam os resultados finais de pesquisas, o mapeamento geomorfológico é que conduz à análise, à medida que possibilita a espacialização e integração de descrições acerca das formas, materiais, idade e gênese do relevo. Nesse sentido, Demek (1977) afirma que o mapeamento geomorfológico tem se tornado o principal método para o estudo e a pesquisa geomorfológica.

Como Klimaszewski (1982) salientou, o mapeamento geomorfológico pode:

> 1.Fornecer uma imagem precisa da dinâmica do relevo que irá, por sua vez:
> a. Capacitar a reconstrução do desenvolvimento do relevo
> b. Proporcionar o caminho para avaliar fatores e processos de origem e transformação
> 2.Facilitar a busca de conexões entre relevos
> 3.Capacitar a regionalização
> 4.Facilitar o desenvolvimento de estudos comparativos
> 5.Proporcionar um meio de comparação entre relevos desenvolvidos ou em desenvolvimento em áreas de estruturas geológicas diferentes e similares, sob diferentes condições climáticas
> 6.Auxiliar os estudos sobre o papel do clima na formação da superfície da Terra, possibilitando distinguir tipos de relevo morfoclimáticos. (HAYDEN, 1986, p. 647)

---

[11] De acordo com a definição da *International Cartographic Association* (ICA), mapas temáticos são aqueles "*designados para mostrar feições ou conceitos particulares*" e são separados em duas categorias distintas: qualitativos ou quantitativos. Assim, os mapas temáticos qualitativos têm como objetivo mostrar a distribuição espacial ou a localização de algum fato ou fenômeno geográfico; enquanto que os mapas temáticos quantitativos mostram aspectos espaciais de dados numéricos, ou seja, *"ilustram quanto de alguma coisa está presente na área mapeada"*. (LOCH, 2006)

De acordo com o AppGeMa[12] (Grupo de trabalho sobre Cartografia Geomorfológica do IAG – International Association of Geomorphologists) os mapas geomorfológicos são de grande utilidade para muitos outros profissionais que lidam com a paisagem e o relevo, tais como engenheiros, planejadores urbanos, agrônomos e conservacionistas, pois a crescente pressão humana no ambiente, têm tornado premente a necessidade de uma melhor compreensão e melhor planejamento da paisagem nos países desenvolvidos e, principalmente, nos países emergentes.

Assim, os mapas geomorfológicos podem considerados também como um ponto de encontro, em que geomorfólogos, geólogos e outros profissionais podem partilhar seus diferentes conhecimentos sobre os territórios e, em conjunto, planejar o uso sustentável do meio ambiente.

Tricart (1969) sustenta que diagnósticos geomorfológicos devem constituir um dos elementos fundamentais na elaboração de projetos de desenvolvimento. Os diagnósticos e mapas geomorfológicos oferecem importantes subsídios à gestão territorial, particularmente na fase de planejamento. Cook e Doornkamp (1974) indicam que mapas geomorfológicos são de grande utilidade nos levantamentos iniciais de campo e nas fases de diagnósticos ambientais, além de constituírem-se em base essencial para a elaboração de vários mapas específicos (mapas de fragilidade, mapas de estabilidade geomorfológica, entre outros), úteis em várias fases de gerenciamento ambiental.

De acordo com Hayden (1986), na década de 80, levantamentos e mapeamentos geomorfológicos, passaram a ser considerados em projetos de engenharia ambiental, tais como planejamento e construções de rodovias. Brunsden *et al.* (1975) afirmam que projetos de rodovias, por exemplo, devem contar com informações geomorfológicas e não apenas geológicas, pois tanto a forma da superfície quanto o padrão espacial de processos

[12] http://www.geomorph.org/wg/wgagm.html (consultado em julho/2008)

geomorfológicos influenciam a escolha de uma rota. Os autores apontam a utilização de diferentes tipos de mapas geomorfológicos em diferentes fases de planejamento e construção. Por exemplo, os mapas de pequena escala podem fornecer a análise regional de uma área, sendo valiosos na fase inicial de avaliação de viabilidade, enquanto que os mapas de escalas maiores são valiosos para as questões da investigação local e podem ajudar a prever comportamentos durante e depois de construção.

No entanto, segundo o AppGeMa, "tanto no interior de nossa comunidade científica e, principalmente, em outras comunidades científicas e profissionais, a importância de mapas geomorfológicos, na pesquisa pura e aplicada, ainda não está totalmente compreendida e desenvolvida."[13]

2.6.1 Desenvolvimento e diversidade na Cartografia Geomorfológica

Segundo Hayden (1986), a Segunda Guerra Mundial representou um marco fundamental para a Geomorfologia, tanto tecnicamente quanto em termos teóricos.

A necessidade de análises espaciais, imposta pelo caráter de alta mobilidade da Segunda Guerra Mundial, possibilitou grande desenvolvimento tecnológico na utilização de fotografias aéreas e na foto-interpretação. A disponibilidade de melhores equipamentos fotográficos, filmes, e instrumentação para a interpretação, possibilitaram grande avanço nos estudos do relevo por meio de fotografias aéreas.

Em termos teóricos, a adoção da abordagem sistêmica, implicou na necessidade de buscar um método científico objetivo de representação gráfica, capaz de retratar a complexidade de fatores e processos que envolvem as formas de relevo, acompanhando o novo curso e o ritmo das investigações científicas. As descrições qualitativas e os diagramas

[13] (disponível em http://www.geomorph.org/wg/wgagm.html, em julho/2008)

artísticos tornaram-se insuficientes, pois não forneciam as informações então consideradas necessárias para o detalhamento e análise precisa das formas de relevo. (HAYDEN, 1986)

Como Klimaszewski (1982) afirmou: "Foi apenas após a II Guerra Mundial que a elaboração de mapas geomorfológicos detalhados, com base em um mapeamento sistemático das formas de relevo apresenta-se como uma necessidade." (p.266)

Assim, nas décadas de 1950 e 1960, a ciência geomorfológica tornou-se, nas palavras de Fairbridge (1968), "a análise da fisiografia da superfície da Terra", e o mapa geomorfológico detalhado, tornou-se, em muitos países, ″o principal método de investigação em geomorfologia″ (DEMEK, 1982).

Hayden (1986) destaca que a importância dos mapas geomorfológicos passou a receber reconhecimento internacional.a partir da realização, em 1956, do 18º Congresso da União Geográfica Internacional (IGU), no Rio de Janeiro.

A partir de então, grande parte dos geomorfólogos tem concentrado esforços no sentido de desenvolverem teorias, procedimentos cartográficos e legendas, buscando consolidar as bases teórico-metodológicas da cartografia geomorfológica.

No final da década de 1950 vários países, tais como a Suíça, URSS, Polônia, França, Checoslováquia, Japão, Bélgica e Hungria estavam elaborando mapas geomorfológicos detalhados de seus territórios. No entanto, devido às diferenças nacionais em termos de conteúdo e metodologia, os mapas geralmente não eram comparáveis e, portanto, de utilização limitada uma vez que não possibilitavam análises geomorfológicas mais abrangentes. (HAYDEN, 1986)

Diante dessa questão, em 1958, durante o congresso da IGU em Estocolmo, foi criada a Subcomissão de Mapeamento Geomorfológico, cuja finalidade, segundo Klimaszewski (1982), era cumprir três tarefas básicas:

1. Desenvolver e disseminar metodologia de mapeamento geomorfológico;

2. Adotar um sistema uniforme para a cartografia geomorfológica com o objetivo de compatibilizar as pesquisas; e,
3. Demonstrar as aplicações do mapeamento geomorfológico no planejamento econômico local e regional, a fim de facilitar uma utilização racional da superfície da Terra.

A necessidade de uniformização de técnicas de mapeamento e, principalmente, de uma legenda comum, foi reconhecida sobretudo pelos geomorfólogos europeus. Numa reunião da subcomissão em Cracóvia, na Polônia em 1962, representantes de 15 países estabeleceram um conjunto de orientações para a elaboração de mapas geomorfológicos. Estas orientações, segundo Klimaszewski (1982) incluíam:

1. Trabalho de campo como uma necessidade básica, e fotografias aéreas como uma ferramenta recomendada para o mapeamento geomorfológico.
2. Mapeamento detalhado em escalas entre 1:10 000 e 1:100 000, considerando que tais limites permitem que "o relevo e suas peculiaridades possam ser representados" (p. 267).
3. Mapeamento de todos os aspectos do relevo, incluindo morfografia, morfometria, morfogênese, morfocronologia e morfodinâmica, a fim de que o passado, o presente e o futuro do desenvolvimento do relevo possam ser apreendidos.
4. O uso de cores e símbolos para transmitir informações e oferecer a perspectiva de tamanho, origem e idade das formas.
5. O estabelecimento da ordem cronológica do desenvolvimento das formas de relevo.
6. A inclusão de dados litológicos.
7. A organização da legenda do mapa em ordem genético-cronológica.
8. O reconhecimento de que mapas geomorfológicos detalhados são essenciais para o desenvolvimento da Geomorfologia e, em especial, para investigações de

geomorfologia regional, executadas em territórios que diferem em estrutura e condições climáticas.

A adoção desses princípios promoveu alguma uniformidade nos conteúdos dos mapas geomorfológicos, possibilitando comparações entre os produtos gerados.

Durante a década de 1960, a subcomissão de Mapeamento Geomorfológicos da UGI reuniu-se regularmente e, em 1968, durante o Congresso da UGI em Nova Deli na Índia, sob a designação de "Comissão de Pesquisa Geomorfológica e Mapeamento", assumiu a responsabilidade de desenvolver um Manual de Cartografia Geomorfológica, e conceber uma legenda para o Mapa Geomorfológico da Europa em escala 1:2.500.000. Tal legenda, publicada em 1971, foi produzida com a colaboração de geomorfólogos de vários países europeus e o primeiro dos 16 mapas projetados para compor o Mapa Geomorfológico da Europa, foi publicado em 1984. Quanto ao Manual, consistiu em uma compilação de artigos escritos por 20 geomorfólogos, publicado em 1972. (HAYDEN, 1986).

Para Klimaszewski (1982) esse esforço na elaboração do Manual e da legenda não significou avanços para a Cartografia Geomorfológica. De acordo com esse autor, o manual não privilegiou aspectos importantes acerca do mapeamento geomorfológico, como se propunha a fazer, resultando em mais um compêndio de geomorfologia geral. Também a elaboração da legenda acabou significando mais um trabalho de editoração, baseado em compilações e não em investigações de campo.

> Eles forneceram informações sobre cartografia e mapas geomorfológicos, bem como sobre morfografia, morfometria, geologia, e outros mapas, sobre os diferentes elementos do meio geográfico. Eles também apresentaram conhecimentos sobre os métodos de investigação laboratorial de solos e sedimentos, sobre a regionalização geomorfológica, e sobre a utilização dos mapas geomorfológicos para fins práticos, isto é, informações úteis para todos os geomorfólogos. Por outro lado, o capítulo sobre "o mapeamento geomorfológico em áreas de diferentes estruturas e climas" contém informações típicas de manuais. O âmbito de aplicação desse conhecimento é bastante estreito, e resumido em 60 páginas, enquanto o papel da estrutura foi totalmente ignorado. O "manual" é uma espécie de compêndio de geomorfologia geral, bastante irregular, embora no conjunto útil.
> [...]
> Quanto à outra tarefa, ou seja, "a elaboração da legenda do mapa geomorfológico da Europa na escala de 1:250.000" - não teve nada a ver com o mapeamento geomorfológico.

> A elaboração de uma legenda para o mapa geral foi um trabalho puramente editorial, e consistiu na compilação e não nas investigações de campo, ou seja, o mapeamento. (KLIMASZEWSKI, 1982 p. 268)

De acordo com Hayden (1986),

> Apesar de todo esforço e trabalho colaborativo por parte da Comissão de Pesquisa Geomorfológica e Mapeamento, ainda existe uma grande diversidade e discordância sobre a natureza dos mapas geomorfológicos. O número de legendas, representando diferentes abordagens e metodologias, tem proliferado. Grande parte dos produtos elaborados representa uma perspectiva particular nacional ou regional e poucos atendem a todos os requisitos propostos para uma cartografia geomorfológica completa e global. (p. 641)

Klimaszewski (1982) afirma que, embora seja fundamental que os mapas geomorfológicos sejam passíveis de comparação, a uniformidade da legenda é uma idéia ambiciosa e de difícil realização pois uma legenda uniforme significa uma enorme quantidade de símbolos e cores, necessárias para englobarem as mais variadas formas, de diferentes dimensões, idades e origens, em todo o mundo.

> Todos os geomorfólogos concordam que mapas geomorfológicos detalhados deveriam ser passíveis de comparação e que uma legenda uniforme deveria ser elaborada. Isto é uma idéia muito ambiciosa mas difícil de ser posta em prática, porque os autores parecem estar presos aos símbolos que inventam, especialmente com referência a regiões pequenas, para considerarem cuidadosamente cores e símbolos para as numerosas formas, de origens, de dimensões e idades diversas que ocorrem no mundo inteiro. (KLIMASZEWSKI, 1982, p.267)

Demek (1982)[14] aponta que, a partir de 1970, avanços no desenvolvimento da Geomorfologia tem aumentado substancialmente o significado prático e teórico da cartografia geomorfológica. Existe uma melhor compreensão acerca das forças endógenas e exógenas, devido a novas teorias da tectônica global e ao desenvolvimento de métodos de investigação da Terra, a partir do espaço. Uma nova ênfase em "geomorfologia ecológica" tem resultado em um melhor entendimento do papel do relevo da superfície para a vida e as atividades humanas. Novos métodos de investigação, em especial no que diz respeito às fotografias aéreas, imagens por satélite, e imagens de radar, juntamente com o desenvolvimento da

[14] DEMEK, J. (1982) Geomorphological mapping: progress and problems, In Shear, H. S., (ed.) Perspectives in Geomorphology, vol.2: Applied geomorphology, Concept Publishing, New Delhi, p. 221-235.

informática, têm contribuído para o desenvolvimento da cartografia geomorfológica. (HAYDEN, 1986)

> No entanto, apesar desses progressos, ainda subsistem problemas graves. Além dos problemas de conteúdo e metodologia, a questão das escalas adequadas, principalmente pequenas escalas para mapeamentos de grandes áreas, não foi respondida. É importante para o futuro da Geomorfologia que estas questões sejam resolvidas. Demek sustenta que, até que sejam liquidadas, "não pode haver novos progressos no domínio da Geomorfologia como uma ciência". (HAYDEN, 1986, p. 642)

Embora o desenvolvimento da cartografia geomorfológica, de um modo geral, venha apresentando, cada vez mais, grande diversidade, Ross (1990) acredita haver certa unanimidade quanto à questão do conteúdo geral dos mapas (tipos de formas, gênese e idade). No entanto, o autor admite que a questão relativa à padronização ou uniformização da representação gráfica ainda está longe de ser resolvida, pois ainda "não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos." (p. 55)

> Isto parece ser um problema incontrolável na medida em que a produção dos mapas geomorfológicos está à mercê de interesses diversos, de acordo com suas finalidades: de natureza metodológica; quanto aos objetivos e finalidades específicas; quanto ao tipo de material disponível para a execução do trabalho; e quanto à escala de tratamento.
> Assim, os mapas geomorfológicos, mesmo procurando mostrar as formas, gênese e idade são, freqüentemente, muito diferentes no aspecto visual e no grau de complexidade dos fatos representados. (ROSS, 1990, p.55)

De acordo com Rodrigues (1997) a dificuldade de padronização na cartografia geomorfológica é um reflexo da própria complexidade da Geomorfologia. "A própria diversidade de combinação de aspectos e significados geomorfológicos que a superfície terrestre apresenta, também ajuda a explicar o fato." (p.89)

Segundo Ross (1992):

> A cartografia geomorfológica ressente-se da dificuldade de encontrar adequado modelo de representação gráfica, existindo uma diversidade de propostas metodológicas, que valorizam sempre um determinado elemento do relevo. As cartas francesas, bem como a proposta por Tricart (1965), ressaltam a representação da morfogênese através de símbolos pontuais e lineares, e o modelado é indicado pelas curvas de nível. Outros tipos de representação valorizam níveis morfológicos

> associando às superfícies de erosão, dados morfométricos como declividades de vertentes, informações morfológicas com formas e tipos de relevo. (p. 25)

Essa tendência em valorizar alguns aspectos em detrimento de outros na representação das formas de relevo, é apontada na análise de Salomé & Van Dorsser (1982). Os autores chegaram a essa conclusão ao compararem seis modelos de representação cartográfica do relevo, aplicadas a uma mesma área. As metodologias avaliadas nesse estudo foram: Holanda Verstappen & Zuidam (1975)[15] da Holanda; Robert e Beckers (1970)[16] da Bélgica; Klimaszewski (1963)[17] da Polônia; Tricart (1972)[18] da França; Moser (1958)[19] da Suíça; e U.G.I (1968)[20].

De acordo com os autores, todas as metodologias analisadas e aplicadas em escala 1:50.000, incluíram os conteúdos básicos propostos (morfografia, morfometria, morfogênese e morfocronologia), mas a atenção dada para estes tipos de informações diferiu bastante, nos vários sistemas, conforme segue:

a) Morfografia

O modelo suíço utilizou símbolos lineares coloridos para mostrar as diferentes superfícies de erosão através de níveis altimétricos. O modelo belga baseou-se em unidades morfográficas, representando os elementos das formas de relevo (tipos de vertentes) em cores diferenciadas, bem como as superfícies aplanadas.

Tanto o modelo francês quanto o do I.T.C., utilizaram símbolos gráficos para a representação dos tipos de vales. No mapa polonês, a morfografia misturou-se com

---

[15] Verstappen, H. Th. & Zuidan, R. A. van (1968): ITC system of geomrphological survey. Chapt. VII 2. ITC textbook of photo-interpretation, 49 pp, (3rd ed. 1975, 52 pp.)

[16] Robert, P. & Beckers (1970): Carte Géomorphologique de Belgique. Feuille Fléron – Verviers 47, 7-8, 1:25.000.

[17] Klimaszewski, M. (1963): The principles of geomorphological mapping of Poland, + Anex: Landien list and signs used in the detailed geomorphological map. *Problems of geomorfphological mapping* – Geogr. Studies 46, Inst. Geogr. Of the Polish Acad. Of Sci, 67-71; 139-177.

[18] Tricart, J. (1972): Normes pour l'établissement de la carte géomorphologique détaillêe de la France (1:20.000, 1:25.000. 1:50.000) – Mém. Et Doc. Année 1971, n.s. 12, 37-105.

[19] Moser, S. (1958): Studien zur Geomorphologie dês Zentralen Aargaus + Geomorphogiche Karte dês Zentralen Aargaus, 1:25.000 – Mitt. Geogr. Ethnol. Ges. Basel 18: 1955-1957, 1-122.

[20] International Geographical Union, Commission on Applied Geomorphology, Sub-Com. of Geomorphological Mapping (1968): The unified key to the detailed geomorphological map of the word 1:25.000 – 1:50.000.

morfocronologia e morfometria, à medida que foram representadas, através de cores e símbolos lineares, as formas de relevo, a idade e as informações de declividade (presentes na legenda em forma de tabela). Já no sistema U.G.I., a morfografia foi representada por símbolos lineares coloridos, cujas cores acompanharam as da morfometria.

b) Morfometria

Para a morfometria, quase todos os modelos, utilizaram-se de pontos cotados e curvas de nível. Entretanto, no sistema belga foi apresentada uma subdivisão detalhada dos tipos de relevo, onde as vertentes foram classificadas de acordo com classes de declividades, por meio de gradação de cores. Estes mapas, de acordo com o sistema polonês e da U.G.I, foram baseados em classes morfográficas.

c) Morfogênese

As indicações de caráter morfogenético mais elaboradas foram aquelas observadas no modelo francês e suíço, que indicaram a gênese das formas, identificadas através de símbolos lineares e coloridos.

d) Morfocronologia

No mapa polonês as cores indicaram, ao mesmo tempo, a morfometria e morfografia e também deram indicações da idade. No modelo francês, a morfocronologia ficou de certa forma submissa à morfogênese, uma vez que na legenda as informações genéticas foram colocadas em ordem crescente – das mais antigas para as mais recentes. No modelo suíço não há nenhuma indicação da idade das formas. Nos demais modelos, a idade das formas foi dada diretamente pela impressão em cor preta de letras-símbolos.

Praticamente todos os mapas forneceram ainda outras informações importantes como litologia, estrutura geológica ou ainda, a gradação de resistência dos tipos de rochas. Essas informações também assumiram, de modelo para modelo, maior ou menor grau de destaque.

Para exemplificar as incongruências que persistem entre as diferentes propostas de mapeamento geomorfológico, Rodrigues (1997) analisou as legendas propostas por Klimaszewski (1963) e Tricart (1962).

A respeito da proposta de Klimaszewski, Rodrigues (op cit) destaca a observação de Faibridge (1968)[21] que alerta que a quantidade e a natureza da informação demonstrada por tal legenda levam a considerá-la extensa, não devendo no entanto, ser considerada completa. As cores, nessa proposta, representam a morfogênese, que pode ser fruto da combinação de formas originadas por processos, agentes e idades diversas. Como resultado, as combinações possíveis seriam 67, o que implicaria em 67 cores e tonalidades. Além dessas 67 possibilidades de processos e idades, a legenda ainda conta com tipos de formas, incluindo dados morfométricos, como declividades.

Já a legenda proposta por Tricart (1962), segundo Rodrigues (1997), continha 265 símbolos e seis páginas de textos explicativos, com mapas em 1:25.000 e 1:50.000. As cores foram utilizadas para representar a litologia, segundo seus principais tipos, sendo que o estado ou alteração destas também estava representado (cores plenas relativas às rochas sãs, e cores com texturas, para as rochas alteradas). Já as formas foram representadas por símbolos, cujas cores representam a idade. (RODRIGUES, op cit).

Mais recentemente, Cunha, Mendes e Sanches (2003) realizaram teste, comparação e avaliação de duas propostas de mapeamento geomorfológico: a proposta do Centro de Geografia Aplicada de Strasbourg (França, Tricart, 1965), e a do International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (I.T.C, Holanda, Verstappen & Zuidam, 1975). As duas propostas, escolhidas por serem base de muitas adaptações feitas por pesquisadores brasileiros, foram testadas em uma mesma área, em escala 1:50.000, com objetivo específico

[21] Fairbridge, R. W. (1968) The encyclopedia of geomorphology. New York, Reinhold Book Corporation.

de avaliar as limitações e possibilidades dos dados e informações fornecidos por tais produtos, enquanto ferramentas úteis ao planejamento e gestão ambiental.

Um aspecto interessante a ser observado é que os autores, nesse estudo, apresentam os mapas produzidos em preto e branco, salientando a dificuldade de impressão dos mesmos, em função da intensa utilização de cores.

A seguir apresenta-se um quadro sintético (**Quadro 2**) com a comparação entre as duas propostas:

ELEMENTO	TRICART (1965)	VERSTAPPEN & ZUIDAM (1975)
Litologia e formações superficiais	Ênfase na resistência dos materiais	Ênfase aos tipos de materiais constituintes
Formas de vertentes	Não apresenta simbologia para identificação das formas, somente para identificar os tipos de escoamento	Apresenta simbologia para identificar formas e tipos de escoamento
Rupturas topográficas	Apresenta simbologia que identifica diversos graus de desníveis	Apresenta simbologia única, não possibilitando identificar os desníveis
Colos	Apresenta simbologia específica para identificar a presença de colos topográficos	Não contempla tal feição topográfica com simbologia específica
Rupturas topográficas em cursos fluviais	Apresenta simbologia que permite identificar a magnitude de tais rupturas	Apresenta simbologia única para rupturas de diversas magnitudes
Agrupamento das feições morfográficas	Apresenta grupo específico para modelado antrópico	Não contempla as feições antrópicas em grupo específico
Morfometria	Contempla curvas de nível e linha de cumeada como aspectos morfométricos	Apresenta tanto curvas de nível e linhas de cumeadas, como outras feições morfológicas no grupo morfometria
Uso de cores	Sugere o uso de cores para a cronologia e grau de resistência da litologia	Usa cores diferenciadas para cada grupo de elementos

Quadro 2 Comparação entre as propostas de Tricart (1965) e Verstappen & Zuidam (1975)
Fonte: Cunha, Mendes & Sanches (2003)

Além dessas observações, Cunha, Mendes e Sanches (2003) assinalam também divergências quanto à classificação de determinadas feições geomorfológicas. Como exemplo, eles citam as rampas coluviais. Na proposta de Tricart, elas são indicadas como formas de acumulação, dentro do grupo de formas de vertente e interflúvios, enquanto que Verstappen & Zuidam incluem essas no subgrupo formas de origem gravitacional, no grupo formas de origem denudativa. Observa-se nesse exemplo, que embora ambas as concepções estejam corretas, a divergência ocorre em função da ênfase que cada autor dá a um aspecto diferente da mesma feição geomorfológica.

Cunha, Mendes e Sanches (2003) acabam por concluir que:

> As duas propostas analisadas constituem-se em instrumental de trabalho importante para a cartografia geomorfológica voltada para a gestão ambiental. Cada uma delas apresenta aspectos que podem ser utilizados a depender das condições de trabalho, das características da área e da escala adotada. Desse modo, é impossível afirmar que uma das propostas é mais 'correta' do que a outra; para cada situação, ou até mesmo dentro de uma mesma carta, existem aspectos vantajosos de ambas as propostas que podem ser utilizados, dependendo do objetivo da pesquisa e também da escala de mapeamento. (p. 9)

Os três estudos comparativos apresentados (Salomé & Van Dorsser, 1982; Rodrigues, 1997 e Cunha, Mendes e Sanches, 2003) demonstram claramente como cada metodologia de mapeamento geomorfológico tende a privilegiar alguns elementos em detrimento de outros na representação cartográfica, de acordo com as concepções de seus autores e a finalidade para a qual foram elaborados.

2.6.2 Unidades Espaciais

Apesar de inúmeras diferenças entre as tendências e metodologias de cartografia geomorfológica, parece haver certa unanimidade quanto à necessidade de identificação de unidades espaciais, no mapeamento geomorfológico. O mapeamento geomorfológico inicia-se com a identificação das unidades fundamentais que compõem a paisagem. O estabelecimento da natureza e das características destas unidades é fundamental para a condução de qualquer investigação geomorfológica. No entanto, não existe uma única unidade padrão que satisfaça a todos os tipos de investigação e a todas as escalas de mapeamento. (HAYDEN, 1986)

> Miyogi et al (1970) descreveram uma unidade geomorfológica, em termos gerais, como "uma unidade individual, geneticamente homogênea cujas formas de relevo foram produzidas em um determinado tempo, por determinado processo geomorfológico de construção ou destruição".
> A maioria dos geomorfólogos concordaria, a princípio, com esta definição. No entanto, inúmeras divergências surgem em relação à descrição das características das formas de relevo geneticamente homogêneas. Além de disso, embora a maioria das formas de relevo possa ser considerada como "geneticamente homogêneas" em termos dos processos presentes, a maioria delas deve suas características, em parte, a processos pretéritos diferentes. (HAYDEN, 1986, 644)

Speight (1974) [22] apresenta duas abordagens gerais para a questão das unidades geomorfológicas: Modelo de Elementos de Forma de Relevo e Modelo de Padrões de Forma de Relevo. Segundo o autor, ambos podem ser utilizados para descrever qualquer porção de terra, dependendo da escolha da escala e do propósito do mapeamento e são complementares. (HAYDEN, 1986)

No modelo de Elementos de Formas de Relevo, as unidades correspondem à superfícies geométricas, curvas e sem inflexões. Assim, o enfoque principal refere-se à vertente e suas medidas (morfometria) e, portanto, as unidades básicas são definidas em termos geométricos como facetas, segmentos, e elementos definidos na vertente, com medições de área (SAVIGEAR, 1965). Esse modelo foi bastante difundido por geomorfólogos britânicos e outros.

No modelo de Padrões de Formas de Relevo, a superfície é vista como um "fenômeno tridimensional cíclico ou repetitivo em que elementos mais simples ocorrem periodicamente em intervalos regulares quase em um padrão definível". (HAYDEN, 1986, p. 645) Assim, as unidades correspondem aos elementos que formam os padrões. Os sistemas de cartografia geomorfológica russo, polonês e tchecoslovaco estão entre aqueles que adotaram o modelo de Padrões de Formas de Relevo.

Outros grupos têm desenvolvido sistemas que seguem algumas variações dos dois modelos.

Segundo Hayden (1986) as diferenças na identificação das unidades geomorfológicas são, geralmente, relacionadas às questões da regionalização e de escala. Em diferentes escalas, que abrangem regiões de diferentes tamanhos, diferentes características podem ser identificadas como unidades básicas homogêneas. Desse modo, a escolha da unidade depende da escala de análise.

---

[22] Speight, J. G, A parametric approach to landform regions, Progress in Geomorphology, Institute of British Geographers Special Publ. July, 1974. pp. 213-229.

Howard e Mitchell (1980)[23] apud Hayden (1986) afirmam que a base mais clara e mais simples de classificação é "classificação de paisagens em unidades homogêneas adequadas para escala de mapeamento necessária para o fim específico." (p. 645).

Segundo Hayden (1986) a hierarquia das unidades de relevo pode ser facilmente identificada na maioria das regiões, dependendo da escala do mapeamento.

> A paisagem é, nas palavras de Nicholayev (1974), "vários níveis geosistema". Em cada nível, indivíduos taxionômicos diferentes formam as unidades geomórficas básicas da paisagem. Como regiões mais amplas são estudados em escalas menores, pequenas feições e processos freqüentemente não são mapeáveis, enquanto que feições maiores, imperceptíveis em grandes escalas, assumem destaque. (HAYDEN, 1986, p.645-646)

Embora haja certo consenso de que a unidade geomorfológica básica deva ser uma entidade homogênea, a definição dessa unidade varia de acordo com as diversas abordagens possíveis para a análise geomorfológica – em termos de padrão genético ou estrutural - e também em função das diversas escalas de mapeamento. No entanto, ela deve ser cuidadosamente selecionada para ser essencialmente homogênea e indivisível na escala escolhida. (HAYDEN, 1986).

2.6.3 Escalas Têmporo-Espaciais e a Taxonomia do relevo

Tricart (1965) aborda as dificuldades da Geomorfologia, em função da amplitude de escalas têmporo-espaciais necessária à análise dos "fatos e fenômenos geomorfológicos".

A Geomorfologia trabalha com uma amplitude espacial que pode variar, na escala métrica, de menos de 10^{-6} a mais de 10^{7}.

> Podemos partir do cristal, que nas argilas, são freqüentemente inferiores ao mícron, às cadeias de montanhas de vários milhares de quilômetros de extensão ou às bacias oceânicas ou aos velhos escudos. Do arranjo dos cristais, de suas fissuras, depende o comportamento das rochas face à fragmentação e a alteração. Devemos descer a esta escala para apreender o ato elementar, o ato inicial da morfogênese, do qual tudo a seguir dependerá. Partindo do metro, padrão da escala humana, nós devemos ser capazes de explorar as dimensões da ordem de 10^{-6}, do mícron, tal como o histologista ou o microbiologista. Mas nós devemos também levar em conta a

[23] Howard, J. A. & Mitchell C. W. Phyto-geomorphic classification of the landscape, Geoforum, 11, 1980. p. 85-106,

> configuração do Globo, a forma de seus continentes, de suas bacias oceânicas, de suas planícies, de suas cadeias de montanhas. Nós tratamos, então, de unidades de 1.000 ou 10.000 quilômetros de extensão. (TRICART, 1965 p. 78)

No entanto, não se trata de uma amplitude espacial para estudos específicos e isolados para cada escala ou ainda, estudos comparativos em escalas diferentes. Trata-se, na verdade, da amplitude necessária a qualquer estudo geomorfológico.

> Não se trata de justapor estudos diferentes, independentes uns dos outros, como se pode justapor na flora a descrição de uma alga de alguns milímetros e de uma sequóia de 60 m. Não, nós devemos unir estes fatos entre si, integrando-os num mesmo sistema descritivo e explicativo que constitui a Geomorfologia. (TRICART, 1965, p. 78)

Em relação às escalas temporais, usando–se o ano como referência, a Geomorfologia deve considerar períodos de tempo inferiores a 10^{-3} até 10^{8}. "E o Tempo não marcha para nós em passo igual. As crises, os paroxismos, onde as coisas se modificam rapidamente, alternam-se com períodos de calmaria, de agonia." (TRICART, op cit, p. 78)

Outro problema levantado por Tricart, refere-se à questão da generalização. De acordo com autor, embora se tenha claro que nenhuma forma de relevo seja idêntica à outra, deve-se utilizar certo nível de abstração para distinguir tipos de formas.

A dimensão têmporo-espacial dos objetos da Geomorfologia, além de relacionar-se diretamente com a classificação, condiciona também a escolha dos métodos de análise. Nesse sentido Tricart e Cailleux (1956) propuseram uma classificação taxonômica na qual as unidades de superfície têm correspondência com diferentes escalas temporais (**Quadro 3**).

Além da classificação de Tricart & Cailleux (1956), outros autores propuseram classificações taxonômicas, procurando demonstrar que existem diferentes ordens de grandeza das formas de relevo, e que estas grandezas têm relação com as idades das formas e com os tipos de processos atuantes.

CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA DOS FATOS GEOMORFOLÓGICOS A. Cailleux e J. Tricart (1956)					
ORDEM	**UNIDADES DE SUPERFÍCIE (Km²)**	**CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES exemplos**	**UNIDADES CLIMÁTICAS CORRESPONDENTES**	**MECANISMOS GENÉTICOS QUE COMANDAM O RELEVO**	**ORDEM DE GRANDEZA DE PERMANÊNCIA TEMPORAL (anos)**
I	*10^7 centenas de milhões*	Continentes, Bacias Oceânicas (Configuração do Globo)	Grandes conjuntos sazonais comandados por fatores astronômicos	Diferenciação da crosta terrestre (SIAL e SIMA)	*10^9 bilhões de anos*
II	*10^6 dezenas de milhões*	Grandes conjuntos estruturais.	Grandes tipos de clima. Interferência das influências geográficas com os fatores astronômicos	Movimentos da crosta terrestre, como a formação dos geossinclíneos. Influência climática sobre a dissecação.	*10^8 centenas de milhões*
III	*10^4 centenas de milhares*	Grandes unidades estruturais	Diferenciação dos tipos climáticos, mas sem grande importância para a dissecação	Unidades tectônicas tendo uma ligação com a paleogeografia. Velocidades de dissecação influenciada pela litologia.	*10^7 dezenas de milhões*
IV	*10^2 centenas*	Unidades tectônicas elementares. Maciços montanhosos, fossas, horsts.	Climas regionais com influências geográficas, sobretudo nas regiões montanhosas	Influência predominante da tectônica e, secundariamente, da litologia.	*10^7 dezenas de milhões*
LIMIAR DA COMPENSAÇÃO ISOSTÁTICA					
V	*10 dezenas*	Acidentes tectônicos. Anticlinais, Sinclinais, montes, vales.	Clima local influenciado pela disposição do relevo	Predomínio da litologia e da tectoestática. Influências estruturais clássicas.	*10^8 a 10^7 milhões à dezenas de milhões*
VI	*10^{-2} centenas de milhares de m²*	Formas de relevo: crista, moraina terminal, cone de dejeção.	Mesoclima diretamente ligado à forma. Ex: nicho de nivação	Predomínio do fator morfodinâmico, influenciado pela litologia	*10^4 centenas de milhares*
VII	*10^{-6} dezenas de m²*	Microformas: lentes de solifluxão, ravinas	Microclimas diretamente ligados às formas por autocatálise. Ex. Lápies (caneluras)	Idem	*10^2 centenas*
VII	*10^{n} décimos de m²*	Microscópico: detalhes de corrosão, de polimento, etc	Micromeio	Interfácie da dinâmica e textura da rocha	

Quadro 3 Classificação Taxonômica dos Fatos Geomorfológicos
Fonte: Tricart (1965)

Abreu (1982) considera a classificação dos fatos geomorfológicos como fundamental para o processo de análise geomorfológica. Com base nessa premissa, recorre aos trabalhos soviéticos, desenvolvidos principalmente após a Segunda Guerra Mundial, voltados à análise de grandes e médios espaços, e apoiados na cartografia geomorfológica, dentre os quais

destacam-se Gerassimov (1946)[24]; Gerassimov & Mescherikov (1968)[25]; Mescerjakov (1968)[26]; Basenina, Aristarchova & Lukasov (1972)[27]; dentre outros.

De acordo com Abreu (1982), a análise morfoestrutural, apóia-se na obra de Penck (1924)[28] e teve como pioneiro Gerasimov que, em 1946, propôs os conceitos de "geotextura, morfoestrutura e morfoescultura", os quais se equivalem aos conceitos de morfotectura, morfoestrutura e morfoescultura empregados por Mescerjakov (1968). Tais conceitos fundamentam-se na concepção penckiana do jogo de forças, internas e externas, que através de um conjunto de processos responde pela gênese do modelado do relevo terrestre. (CASSETI, 1991)

Mercerjakov (1968) apresenta a esquematização das morfotecturas, morfoestruturas e morfoesculturas segundo diferentes ordens espaciais, conforme apresentado no **Quadro 4**.

SUPERFÍCIE Km²	**ELEMENTOS MORFOESTRUTURAIS (morfotectônica do relevo de continentes e depressões oceânicas)**	**CATEGORIAS MORFOESCULTURAIS DO RELEVO (Terra Firme)**	**CATEGORIAS MORFOESCULTURAIS DO RELEVO (Fundo dos Oceanos e Mares)**
10^7 a 10^6	Morfotecturas de 1ª ordem – massas continentais (incluindo plataformas continentais)	Zonas morfoesculturais (morfoclimáticas) zonas de morfoesculturas criogênicas, glaciais, fluviais, áridas e outras	Zonas morfoesculturais: - zonas circumpolares de formas glaciais - zonas de altitudes temperadas - zonas tropicais equatoriais
10^6 a 10^5	Morfotecturas de 2ª ordem Planos de plataforma, zonas montanhosas (orogênicas)		
10^5 a 10^3	Morfoestruturas de 1ª ordem- planaltos, baixas regiões planas, cadeias de montanhas, depressões extensas etc.	Províncias morfoesculturais, províncias de morfoesculturas fluviais do tipo mediterrâneo, províncias de erosão glacial, províncias de acumulação etc	
10^3 a 10^2	Morfoestruturas de 2ª ordem – bombeamentos tectônicos marcados no relevo, depressões tectônicas etc	Regiões morfoesculturais de morainas frontais, regiões de relevo cárstico etc.	
10^2 a 10	Morfoestruturas de 3ª ordem – anticlinais marcadas no relevo, fossas recentes, cumeadas etc.	Formas particulares do relevo determinadas sobretudo pelos fatores exogenéticos. Vales fluviais, formas cársticas, etc	Vales submarinos, formas de acumulação de icebergs
10 a 10^{-1}	Microrelevo tectônico, diques, fendas	Pequenas formas de relevo de origem exógena. Solos poligonais, pequenos hidrolacólitos	

Quadro 4 Esquema geral de Classificação do Relevo da Terra
FONTE: Mercejakov (1968) in Rodrigues (1998)
Organizado por Rodrigues (1998)

[24] Gerassimov, L. P. Essai d'interprétation geomorphologique du schéme general de la structure geologique de l'URSS. (Problémes de Geographie Physique v. 12) Moscou. 1946.
[25] Gerassimov, L. P. & Mescherikov, J. A. Morphostructure *in* FAIRBRIDGE, R. W. The Encyclopedia of geomorphology. New York, Reinhold, p.731-732 (Encyclopedia of earth sciences, vol.3), 1968.
[26] Mescerjakov, J. P. Les concepts de morphostruture et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique *in* Annales de geographie, 77e. années,, nº 423, Paris, 1968.
[27] Basenina, N. V.; Aristarchova, L. B. & Lukasov, A. A. Methods of Morphostrutural analysis, Geomorphological Mapping – Comission on Geomorphological Survey and Mapping of U.G.I, Praga, 1972.
[28] Penck, W. Die Morphologiche Analyse. J. Engelhorn's Naschf, Stutgart, 1924, 424p.

Cabe destacar ainda a proposta de Demek (1967) para sistematização de cartas geomorfológicas, a partir de três unidades taxonômicas básicas: Superfícies geneticamente homogêneas; Formas de Relevo; e, Tipos de Relevo.

Segundo o autor, a menor unidade é a "superfície geneticamente homogênea", que resulta de um determinado processo, ou conjunto de processos geomorfológicos. Esta unidade é condicionada por processos de três origens: endógenos, exógenos e antrópicos. O conjunto de "superfícies geneticamente homogêneas" resulta nas "formas de relevo", geradas pelos mesmos processos que, normalmente, correspondem a estágios mais longos e desenvolvidos do relevo. As "formas de relevo" por sua vez, compõem o "tipo de relevo". Assim, o "tipo de relevo" é representado por um complexo de formas mais ou menos distintamente delimitadas, dotadas de mesma elevação absoluta, mesma gênese e dependendo da mesma morfoestrutura.

Para Demek (1967) a cartografia geomorfológica de detalhe, então, tem como menor unidade de representação os elementos das formas ou, "superfícies geneticamente homogêneas", como por exemplo, uma vertente convexa de uma colina. Essas superfícies podem ser decompostas em grupos, de acordo com as declividades, origem e idade. As "formas do relevo", são compostas pelos elementos de forma, ou seja, a colina é composta por vertentes convexas, vertentes côncavas etc. Já o tipo de relevo é o conjunto de colinas que definem um determinado padrão de formas de relevo semelhantes entre si, tanto fisionômica quanto geneticamente.

De acordo com Ross (1990), essa proposta é de significativo valor para a cartografia geomorfológica de detalhe (1:5.000 e 1:10.000) mas mostra-se deficiente para a representação de áreas maiores e mais complexas.

Nesse sentido, inspirado pela proposição de Demek, Ross (1990) propõe também uma classificação taxonômica para a cartografação geomorfológica. Tal classificação apóia-se

fundamentalmente no aspecto fisionômico, ou seja, no formato das formas de relevo de diferentes tamanhos.

> Entretanto, deve-se frisar também que o aspecto fisionômico é reflexo de determinada influência de ordem genética e ao mesmo tempo indicador de determinada idade. Assim, a taxonomia proposta baseada na fisionomia das formas é antes de tudo uma proposta que têm por base a gênese e a idade destas. (ROSS, 1992, p.23)

A classificação proposta por Ross (1992), consiste nos seguintes níveis ou táxons:

- 1º táxon - Representa a maior extensão em área e corresponde às Unidades Morfoestruturais ou seja, aos grandes padrões de formas de influências tectônico-estruturais no relevo.

- 2º táxon – Refere-se às Unidades Morfoesculturais contidas em cada Unidade Morfoestrutural, geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico na morfoestrutura.

- 3º táxon - Representam os Padrões de Formas Semelhantes ou Unidades Morfológicas. Apresentam distinção pela fisionomia topográfica, do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão, podendo existir diversas em cada unidade morfoescultural. Correspondem às unidades em manchas de menor extensão territorial e se definem por:

> [...] conjuntos de tipologias de formas (tipos de relevo) que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho de cada forma e aspecto fisionômico. Esses padrões se caracterizam por diferentes intensidades de dissecação do relevo ou rugosidade topográfica, por influência dos canais de drenagem temporários e perenes. (ROSS, 2004, p. 311)

Esse táxon, portanto, corresponde à maior unidade taxonômica de Demek (1967), os "Tipos de Relevo".

- 4º táxon - Representam formas individualizadas de relevo (Tipos de Formas do Relevo), tais como morros, colinas e planícies, contidas em um conjunto maior (Padrão de Formas Semelhantes). Os Tipos de Formas do Relevo podem ser aquelas geradas tanto por processos

de agradação (processos de sedimentação) quanto por denudação (processos erosivos). Correspondem ao 2º táxon (Formas de Relevo), da proposta de Demek (1967).

- 5º táxon - Compreende as partes das formas de relevo (Elementos de vertentes e de planície fluvial). Ross (1992) observa que as representações desse táxon são possíveis em escalas maiores, a partir de 1:25.000. Dentre as principais características geométricas das formas das vertentes destacam-se: vertente escarpada, convexa, côncava, retilínea, dentre outras. Equivale ao 3º táxon da proposta de Demek (1967), as "superfícies geneticamente homogêneas".

- 6º táxon – Corresponde às pequenas formas de relevo, geradas ao longo das vertentes por processos geomórficos atuais, e principalmente por indução antrópica.

> O sexto táxon, que corresponde às pequenas formas de relevo que se desenvolvem, geralmente por interferência antrópica, ao longo das vertentes. São formas geradas pelos processos erosivos e acumulativos atuais. Nestes casos destacam-se as ravinas, voçorocas, terracetes de pisoteio de gado, deslizamentos, corridas de lama, pequenos depósitos aluvionares de indução antrópica, bancos de assoreamento. Também se enquadram neste táxon os cortes, aterros, desmontes e outras formas produzidas pelo homem.(ROSS, 2004,, p.316).

	1º TAXON Unidades Morfoestruturais	2º TAXON Unidades Morfoesculturais	3º TAXON Padrões de Formas Semelhantes
Modelado	Estruturas Dobradas metamorfizadas ou não, configuradas em cinturões orogênicos	Planaltos e serras alongadas, depressões anticlinais e sinclinais e serras residuais	Padrões de formas em cristas, morros e serras
Gênese	Dobramentos gerados a partir de bacias geossinclinais por movimentação crustal	Esculturação por ciclos erosivos que abriram depressões, aplanaram topos e deixaram formas residuais altas	Processos esculturais por dissecação
Cronologia	Diferentes idades. Dobramentos do Pré-Cambriano, Paleo-Mesozóico e Cenozóico	Idades diversas com testemunhos pré-Cenozóicos nos topos planos e altos e nas superfícies de erosão	Idades-fases alternadas secas, úmidas com incisão dos talvegues no Pleistoceno/Holoceno
Modelado	Plataforma ou crátons com ou sem cobertura sedimentar e ocorrência de intrusões – superfícies aplanadas antigas e relevos residuais	Depressões marginais às bacias sedimentares – serras e planaltos residuais de cobertura de plataforma e planaltos em áreas de intrusões e vulcanismo antigo.	Padrões de formas em colinas baixas com vales pouco entalhado nas depressões, morros altos muito dissecados nos planaltos
Gênese	Estruturas complexas que sofreram fases de metamorfismo, magmatismo e ciclos erosivos	Esculturação das depressões marginais por exumação através de eversão, geração concomitante dos planaltos residuais	Processos esculturais por dissecação generalizada
Cronologia	Idades diversas no pré-Cambriano médio e inferior	Idades – Depressões abertas no Cenozóico exumando superfícies aplanadas antigas (pré-Cambriano)	Incisão de talvegue no Pleistoceno-Holoceno
Modelado	Bacias sedimentares amplas com estruturas horizontais ou pouco inclinadas	Depressões periféricas, depressões embutidas, planaltos em patamares, chapadas em bordas de bacias, planaltos residuais	Padrões de formas em colinas de topos convexos e colinas amplas de topos planos com vales de entalhamento variado
Gênese	Formadas por longas fases de sedimentação marinha e continental	Processos erosivos circundenudacionais desencadeados a partir de epirogênese pós-Cretáceo por fases climáticas alternadas secas/úmidas em áreas tropicais	Processos esculturais por dissecação generalizada
Cronologia	Diferentes idades – ao longo do Fanerozóico (Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico)	Idades – abertura das depressões ao longo do Cenozóico sobretudo no Neógeno ressaltando os planaltos nas bordas das bacias	Incisão dos vales no Pleistoceno/Holoceno

Quadro 5 Quadro simplificado da taxonomia do relevo **(continua)**
Fonte: ROSS (1992)
Org: ROSS (1992)

	4º TAXON Formas Individualizadas	5º TAXON Tipos de vertentes	6º TAXON Formas lineares ou areolares recentes
Modelado **Gênese** **Cronologia**	Cristas monoclinais de bordas de anticlinais e abas de sinclinais; morros isolados ou não no interior das depressões anticlinais Dissecação generalizada com desgaste das vertentes Pleistoceno/Holoceno	Tipos de vertentes de todos os padrões de forma: 1 – Modelado dos setores de vertente: a) plano, b) convexo, c) côncavo, d) retilíneo, e) patamares planos, f) patamares em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas 2) Gênese: - Setores planos, patamares planos: tendência à infiltração d'água, espessamento do solo e fraca ação mecânica da água. Prevalece a ação química e erosão laminar. - Setores convexos, retilíneos, patamares em rampas: tendência a menor infiltração e ao escoamento difuso, passando a concentrado na base, tendência à erosão laminar nos trechos altos e concentrada nos trechos de baixa vertente - Setor côncavo: tendência a escoamento concentrado, erosão mecânica com sulcos, ravinas e voçorocas. - Setor escarpado: tendência a deslizamentos e desmoronamentos	Estes tipos de formas ocorrem em todos os tipos de vertentes 1) Modelados: ravinas, voçoroca, cicatrizes de deslizamentos 2) Gênese: ação antrópica Ravinas: preferencialmente nas vertentes retilíneas e convexas Voçoroca: preferencialmente nas vertentes retilíneas, patamares, vertentes côncavas. Cicatrizes de deslizamentos: nas vertentes escarpadas e retilíneas. Secundariamente nas convexas, dependendo da intensidade e volume de chuvas Idades: processos erosivos atuais, associados à inadequação dos manejos e usos dos recursos naturais.
Modelado **Gênese** **Cronologia**	Colinas com diferentes tamanhos Dissecação com desgaste das vertentes Pleistoceno/Holoceno		
Modelado **Gênese** **Cronologia**	Colinas de topos convexos e colinas de topos planos e amplos Dissecação com desgaste das vertentes através de entalhamento dos vales Pleistoceno/Holoceno		

QUADRO 5 Quadro simplificado da classificação taxonômica do relevo **(conclusão)**
Fonte: ROSS (1992)
Org: ROSS (1992)

A questão das escalas têmporo-espaciais nos estudos geomorfológicos que abordam a ação antrópica como ação geomorfológica, torna-se ainda mais complexa. Conforme já mencionado anteriormente, necessitam de raciocínio multiescalar tanto espacial quanto temporal, pois embora as intervenções antrópicas apresentem temporalidade e espacialidade própria, podem revelar seus efeitos em diversas escalas.

Em relação às escalas temporais, por exemplo, diversos autores, ao tratarem do atual período ou época no qual se reconhece a atividade humana como força significativa na transformação do planeta, resgatam os conceitos de Quinário e Tecnógeno.

> [...] resgatamos Pavlov (1922), quando introduziu os conceitos de Quinário e Tecnógeno, objetivando identificar esse novo período/época, onde marca o advento da atividade humana como processo de transformação do planeta em seu todo. No Quinário o homem sobrepõe-se ativamente sobre a natureza, a atividade técnica interfere e constrói a natureza. O Tecnógeno marca o advento das tecnologias e sua constante mutação frente à sociedade. (SANTOS & KAWAKAMI, 1998, p. 149)

Assim, Quinário seria

> [...] o período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais (OLIVEIRA, 1990 in RODHE, 1996, p. 120)

Suetergaray (1997;1998) evidencia em seus estudos a necessidade de repensar a questão do tempo, devido à conjunção entre as ciências (geologia, geomorfologia, geografia, urbanismo), para a compreensão mais ampla dos fatos ambientais e, até mesmo, para a atualização de alguns conceitos, como por exemplo, o conceito de depósitos correlativos:

> Se admitirmos que vivemos em um novo período Quinário e que este é a expressão da história da apropriação do homem pela natureza (sic) através do trabalho e da técnica enquanto instrumentos de produção, acumulação e por conseqüência de produção de uma nova natureza, o conceito de depósitos tecnogênicos vem de encontro e em superação ao antigo conceito de depósitos correlativos. De encontro na medida que como este, o conceito de depósito tecnogênico expressa a dinâmica morfogenética ao longo de um tempo ainda que neste caso a dimensão do tempo seja de menor escala (história humana). Apresenta elementos de superação na medida que o conceito de depósitos correlativos, não incluía os artefatos humanos em suas análises resultando daí a concepção clássica do Processo Geomorfológico como processos exclusivamente naturais. Os depósitos tecnogênicos por sua vez permitem a incorporação na dinâmica de formação desses depósitos, a análise dos

> artefatos humanos - ampliando por conseqüência o conceito de processo geomorfológico ao introduzir o antropogênico. (SUERTEGARAY, 1997, p. 27)

Com relação às manifestações temporais dos fenômenos da natureza e do homem, Peres Filho & Quaresma (2006) definem pelo menos quatro escalas:

> A primeira trata-se da escala do tempo futuro, referente aos eventos que poderão se tornar realidade. Nas análises e estudos geomorfológicos, tratam-se das previsões científicas de eventos, fenômenos, processos e formas que poderão ocorrer, por meio de geração de modelos normativos, cenários, simulações, dentre outros.
> [...]
> A segunda escala temporal refere-se ao tempo da Natureza. Os elementos naturais estão inter-relacionados, sendo que seus processos e formas se manifestam em uma escala de tempo que lhe é própria.
> [...]
> A terceira trata-se da escala do tempo histórico do homem. Tal escala se inicia com a presença humana, não do pré-histórico nômade e coletor, mas a partir do surgimento das grandes civilizações, quando, por meio do uso das técnicas, o homem torna-se capaz de alterar de forma significativa, elementos e fenômenos pertencentes ao sistema físico/natural em uma tentativa de reduzir seus obstáculos e de controlá-los. A escala do tempo histórico do homem surge em um momento avançado da escala de tempo da natureza e constitui um período de tempo mínimo em relação à extensão desta.
> [...]
> A quarta trata-se da escala do tempo presente, que se caracteriza pelo fato do sistema antrópico, nas últimas décadas (em especial no pós Segunda Guerra e mais precisamente no pós década de 70 do século XX) ter atingido grande desenvolvimento tecnológico. (PERES FILHO & QUARESMA, 2006, p.1-3).

De acordo com Pellogia (2005), a relação do modelado antropogênico com as formas e com a compartimentação original do relevo implica na consideração da questão taxonômica. Entretanto, o autor adverte que é possível identificar morfologias antropogênicas não apenas no nível do 6º táxon, mas também nos 5º e 4º táxons.

> [...] é possível relacionar as conseqüências da ação humana ao <u>quinto táxon</u> (formas de vertentes contidas em cada forma de relevo: encostas terraplanadas e mineradas, aterros) e mesmo ao <u>quarto táxon</u> (formas de relevo individualizadas dentro de cada unidade morfológica: é o caso das planícies fluviais aterradas e dos morrotes artificiais, como os grandes aterros sanitários). Na opinião de Abreu (1982) *'(...) em muitos casos a dinâmica atual dos processos morfoesculturais está na dependência direta da sua ação* [do homem], *que se torna visível já na escala de 1:200.000.'*.(PELLOGIA, 1997 p.7)

Em outro artigo, o mesmo autor afirma que,

> Fica claro que compartimentos como planícies ou conjunto de colinas ou morros esculpidos sobre um determinado substrato, que representam formas de quarto táxon conforme classificação de ROSS (1992), conquanto modificados, ainda podem ser reconhecidos como tal, enquanto que as formas menores são obliteradas por um recobrimento quase homogêneo de depósitos tecnogênicos. De fato, a definição da taxionomia do relevo tecnogênico em relação ao relevo em geral,

> representa uma questão original, uma vez que, no relevo natural temos uma forte ligação genética no encadeamento das formas maiores às menores, as formas de origem humana guardam significativa independência, e mesmo algum condicionamento, eventualmente em relação aos táxons superiores. (...) Pode-se considerar, em síntese, que as formas de relevo tecnogênicas se expressam desde a posição inferior (sexto táxon), correspondente às formas menores, até as formas de vertentes (quinto táxon) e mesmo, de acordo com a perspectiva, como tipos de formas de relevo individualizadas (correspondentes ao quarto táxon). (PELLOGIA, 2005, p.27)

2.6.4 Para a incorporação da ação humana: cartografia geomorfológica retrospectiva e evolutiva

De acordo com Rodrigues (2005),

> A cartografia retrospectiva e evolutiva apóia-se no estudo sistemático do tripé geomorfológico: formas, materiais e processos da superfície terrestre (Hart, 1986). A diferença fundamental para as outras abordagens é a consideração da própria interferência antrópica como ação geomorfológica, ação essa que pode: modificar propriedades e localização dos materiais superficiais; interferir em vetores, taxas e balanços dos processos e gerar, de forma direta e indireta, outra morfologia, aqui denominada de morfologia antropogênica. (p. 101)

A cartografia geomorfológica evolutiva, que inclui a morfologia original e antropogênica, entre outros aspectos, possibilita a compreensão de vários processos hidro-geomorfológicos criados ou induzidos a partir da urbanização.

Cumpre esclarecer que a categoria de intervenção antrópica, objeto deste estudo, refere-se exclusivamente à “urbanização”. Portanto, adota-se o entendimento de “morfologia original” como sendo a morfologia pré-intervenção, ou melhor, pré-urbanização.

Assim, a morfologia original é aquela que não sofreu intervenção direta nas formas originais, e nem alterações significativas de seus materiais embora possa ter sido alvo de interferências que tenham alterado os processos geomorfológicos, como por exemplo, a supressão de cobertura vegetal.

> Entende-se por morfologia original aquela cujos atributos (extensão, declividades, rupturas e mudanças de declives, dentre outros) não sofreram alterações significativas – de dimensões métricas nos atributos - por intervenção antrópica direta ou indireta. (RODRIGUES, 2005 p.103).

Portanto, a cartografia retrospectiva e evolutiva consiste na identificação e representação da morfologia original (fase pré-urbanização), e a seqüência de intervenções nas formas e materiais superficiais, oferecendo importante instrumento de identificação e interpretação de mudanças nos processos.

O reconhecimento da morfologia original baseia-se nos princípios gerais da cartografia geomorfológica. Para escalas de detalhe, utilizam-se cartas topográficas e fotografias aéreas cujas datas sejam as mais antigas possíveis e portanto, ofereçam informações, ainda que parciais, sobre a distribuição espacial da morfologia pré-intervenção. A escolha dessa documentação deve ser precedida de pesquisa e levantamento junto a arquivos de órgãos públicos, empresas responsáveis por aerolevantamentos e por implantação de infra-estrutura urbana, dentre outras.

Segundo Rodrigues (2005), nos estudos de cartografia retrospectiva já efetuados para grandes escalas foram levantados, através de fotointerpretação, atributos morfométricos tais como: geometria de vertentes (retilinidades, convexidades e concavidades); extensão e declividades de vertentes; geometria de subsetores de vertentes (anfiteatros de nichos de nascentes, rupturas, mudanças) e suas respectivas posições na vertente (terço superior, médio e inferior); além de parâmetros morfológicos dos materiais superficiais e solos, tais como profundidade, textura, estrutura e transição entre horizontes pedológicos. Das correlações entre atributos morfológicos, morfométricos e morfosedimentológicos das vertentes, foram estabelecidas unidades morfológicas semelhantes.

Para o resgate da morfologia original pode-se contar ainda com outras fontes, tais como documentos e obras históricas, registros iconográficos e depoimentos de moradores antigos (para áreas de processo de urbanização mais recentes).

A cartografação da morfologia antropogênica, como já foi observado anteriormente, corresponde a uma cartografia evolutiva abrangendo, portanto, seqüências cronológicas de

intervenções. Para tais intervenções, como no caso intervenção da categoria "urbanização", torna-se necessário identificar suas subcategorias.

Nesse sentido, segundo Rodrigues (2005),

> O mapeamento da morfologia antropogênica em escalas de detalhe baseou-se no padrão de arruamento, densidade de edificações, estágio de consolidação urbana, distribuição e densidade de materiais superficiais, profundidade e extensão de cortes e aterros, volume de materiais remanejados *in loco* ou importados. Esses dados foram obtidos de diversas formas, pela fotointerpretação de seqüências cronológicas de intervenção, pela análise de cartografia de base de diversas épocas, por entrevistas e levantamentos de campo. Parte da morfologia antropogênica foi levantada com os recursos tradicionais de levantamentos de perfis de vertentes adequado à morfologia original. (p.106)

Através da análise dos trabalhos de cartografia geomorfológica retrospectiva e evolutiva realizados em diversas escalas e diferentes áreas da Região Metropolitana de São Paulo, Rodrigues (2005) identificou algumas "unidades morfológicas complexas" importantes para o planejamento urbano, dentre as quais se destacam: unidades situadas em concavidades superiores nos espigões, em concavidades superiores na borda da bacia sedimentar, em morros, uma unidade no espigão, diversas unidades em antigas planícies de inundação, unidades em divisores interfluviais nos morros, dentre outras.

> A correlação entre esses conteúdos – morfologia original e antropogênica, possibilita a identificação de unidades espaciais, que reúnem, simultaneamente, características semelhantes quanto a esses dois conjuntos de dados e portanto, podem apresentar semelhantes dinâmicas hidro-geomorfológicas. (RODRIGUES, 2005, p.102)

Para exemplificar tal assertiva, apresenta-se a seguir a descrição de uma das "unidades morfológicas complexas" identificadas por Rodrigues (op. cit.), bem como sua leitura sobre o comportamento hidromorfodinâmico da referida unidade:

> Nas planícies de inundação foram mapeadas unidades que originalmente eram *backswamps,* áreas mais rebaixadas da planície original e que foram drenadas por retificação fluvial, retirada ou substituição da vegetação original e aterrada com material tecnógeno diversificado (bota-foras, desassoreamento, entulhos, lixões, etc.), por exemplo, o Parque Villa Lobos e arredores. A morfodinâmica atual dessa unidade complexa apresenta problemas semelhantes: problemas de drenagem interna, necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem para os equipamentos urbanos, necessidade de tratamento topográfico e de importação de terra vegetal para intervenções paisagísticas. Nos arredores, onde não se observa a

> sedimentação e construção desse terraço tecnogênico, existe a tendência de maior ocorrência de inundações e outras dificuldades de drenagem e de saneamento. (RODRIGUES, 2005 p.108-109)

Estudos e análises do meio físico, realizados em 2004 por Moroz, Gouveia e Ross (2007), para a avaliação da implantação do campus USP-Leste, em área de antiga planície do Rio Tietê - área de morfologia original e antropogênica, semelhante àquela exemplificada acima, uma vez que foi alvo de intervenções antrópicas similares; demonstraram o mesmo comportamento hidromorfodinâmico descrito por Rodrigues (2005) para a planície do Rio Pinheiros.

Diante disso, tal metodologia revela grande potencial para subsidiar o planejamento urbano, seja em caráter preventivo ou de recuperação. (RODRIGUES, 2005)

2.7 A ADOÇÃO METODOLÓGICA: CONSIDERAÇÕES E JUSTIFICATIVAS

Os aspectos teóricos, metodológicos e conceituais ora apresentados foram selecionados com o intuito de apresentar o quadro teórico-metodológico, a partir do qual se desenvolveu o presente estudo.

Diante do exposto, pode-se constatar que a abordagem da Antropogeomorfologia dispõe de substancial aparato teórico e conceitual oferecido pela Geografia Física e em especial pela Geomorfologia, para a avaliação de mudanças processadas pelas intervenções humanas em sistemas naturais. Tal aparato teórico, como por exemplo, a adoção da abordagem sistêmica e a noção de equilíbrio dinâmico nos estudos geomorfológicos e, de maneira mais ampla, nos estudos do meio físico, podem ser considerados, como referenciais clássicos.

Nesse sentido, a pesquisa foi conduzida considerando-se a unidade “bacia hidrográfica” como sendo um sistema aberto auto-regulado, composto por subsistemas, no

qual mudanças decorrentes da intervenção antrópica, nas formas e/ou nos materiais, são capazes de modificar processos, gerando estados de desequilíbrios temporários ou permanentes. No entanto, se por um lado a Antropogeomorfologia pode contar com referenciais teóricos consagrados, no que se refere ao instrumental metodológico, especialmente a cartografia geomorfológica, muitos desafios se colocam.

Conforme observado anteriormente, a cartografia geomorfológica apresenta grande diversidade e uma série de questões a serem resolvidas: conteúdos, representações gráficas, escalas e generalizações, bases taxonômicas, dentre outras.

Se, por um lado, a cartografia geomorfológica deve refletir toda a complexidade que envolve a análise geomorfológica necessitando, portanto, de rigoroso controle teórico-metodológico para ser considerada válida, no âmbito da Geomorfologia Pura; por outro lado, ela deve servir de instrumento viável para a Geomorfologia Aplicada.

Nesse sentido Hayden (1986) faz as seguintes considerações:

> A natureza complexa de mapas geomorfológicos detalhados tende a limitar a sua utilidade para além da área técnica da geomorfologia. Como Barsch e Liedtke (1980) apontam, estes mapas são '*feitos por especialistas para especialistas*'. Tricart (1969) observa que '*um verdadeiro mapa geomorfológico é um intrincado documento que pode ser lido apenas por pessoas com formação especializada adequada.*' Todos estes aspectos tendem a tornar a sua informação inacessível à pessoas de fora da geomorfologia. Apesar disso, Tricart sustenta que '*inquéritos geomorfológicos devem constituir um dos elementos fundamentais na elaboração de projetos de desenvolvimento*.' (p.647)

No caso da Antropogeomorfologia, em função do seu potencial de aplicação e da contribuição que pode oferecer para o planejamento territorial, a utilização da cartografia geomorfológica deve ser conduzida de maneira clara e objetiva. Nesse sentido, Rodrigues (2005) vêm desenvolvendo e aplicando a cartografia geomorfológica retrospectiva e evolutiva nos estudos de avaliação do impacto humano em sistemas físicos, por meio da objetividade de indicadores morfológicos, de materiais superficiais e de processos hidro-geomorfológicos.

Portanto, tal cartografia pressupõe a escolha de conteúdos significativos para a avaliação de mudanças nos sistemas físicos.

Conforme observa Rodrigues (1999, 2002), os estudos do meio físico face aos diversos graus de intervenções antrópicas implicam no "emprego diversas e complementares escalas espaço-temporais". Nesse sentido, torna-se necessário considerar, incorporar e compatibilizar metodologias de cartografia geomorfológica distintas.

Assim, o presente estudo apoiou-se não apenas em uma linha ou escola da cartografia geomorfológica, mas buscou a complementaridade necessária. Desse modo, incorporou tanto os recursos e ferramentas oferecidos pela cartografia geomorfológica de detalhe (Tricart, 1965; Savigear, 1965; Lima, 1990; dentre outros), quanto àqueles utilizados pela cartografia geomorfológica de meso-escala, baseando-se especialmente na produção cartográfica geomorfológica brasileira aplicada ao planejamento, dentre as quais destacam-se as metodologias desenvolvidas no Projeto Radambrasil e por Ross (1990).

O mapa geomorfológico produzido (Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana) buscou compatibilizar a adoção plena de recursos teórico-metodológicos sem comprometer leituras e interpretações, por parte de outros profissionais. Nesse sentido, os conteúdos de legenda do Mapa da Geomorfologia Pré-urbana, assim como os critérios de representação gráfica, foram selecionados com o objetivo de produzir um documento cartográfico geomorfológico capaz de evidenciar aspectos importantes para a avaliação de mudanças morfológicas decorrentes da urbanização.

Desse modo, buscou-se a produção de um mapa de fácil leitura, capaz de retratar, individualmente, o quadro geomorfológico original da área. Para tanto, optou-se pela adoção da proposta taxonômica de Ross (1990), que possibilita uma estruturação de legenda de fácil leitura, organizando os conteúdos de acordo com suas ordens escalares e remetendo às diferenças morfoestruturais e morfoesculturais. Escolheu-se evidenciar, através do emprego

de cores distintas, aspectos diretamente relacionados a cada Tipo de Forma do Relevo mas que, ao mesmo tempo, remetem aos Padrões de Formas Semelhantes de Relevo, à Unidade Morfoescultural e à Unidade Morfoestrutural aos quais cada tipo de forma de relevo associam-se, evidenciando portanto, diferenças genéticas, litológicas e cronológicas entre cada tipo de forma de relevo.

Num nível de maior detalhamento, cada Tipo de Forma de Relevo, foi divido ainda, de acordo com os elementos que o compõem. Como exemplo, para os tipos de forma de relevo tais como morros ou colinas, apresentam-se características geométricas das formas de vertentes. No entanto, para a identificação, delimitação e representação dessas características, os procedimentos basearam-se em Lima (1990). Nesse sentido, recorreu-se aos preceitos da cartografia de detalhe, tais como a noção de vertentes de Dylik (1968), valorizando o posicionamento de cada elemento na vertente (terço superior, médio ou inferior) e, a identificação dos limites entre os elementos, a partir da identificação de mudanças e rupturas de declives (Savigear, 1965).

Na adoção de preceitos da cartografia de detalhe, optou-se sempre, pela representação gráfica areolar, através de manchas (polígonos), ao invés de símbolos lineares ou pontuais. Tal opção justifica-se pela intenção de se produzir um documento cartográfico de fácil leitura, acessível a profissionais de diversas áreas e, simultaneamente, viabilizar a mensuração espacial (quantitativa) de mudanças, quando cotejado a outros documentos cartográficos, como o Mapa de Morfologia Antropogênica. Quanto a esse último aspecto, ressalta-se que mapeamentos como aqueles propostos por Tricart (1965) ou Verstapenn & Zuidam (1975), já apontados anteriormente, não possibilitariam tais análises quantitativas, uma vez que representam as formas de vertentes somente através de símbolos ou tipos de escoamento.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS

Como tratado anteriormente, a pesquisa consistiu em estudo acerca das transformações processadas pela urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Este se fundamentou na metodologia de avaliação de mudanças em sistemas físicos decorrentes da urbanização, que vêm sendo desenvolvida por RODRIGUES desde 1997. Para alcançar o objetivo proposto, o estudo se desenvolveu de acordo com as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica para a caracterização do Meio Físico (Conhecimentos sobre a Geologia e Solos, Contexto Geomorfológico Regional - Estado de São Paulo e RMSP-, Unidades morfológicas do sítio urbano de São Paulo, e Aspectos climáticos), a partir de revisão bibliográfica;

- Reconstituição das características hidro-geomorfológicas originais (ou pré-urbanas) por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva, com auxílio de pesquisa histórica (documental, cartográfica e iconográfica), e orientada por indicadores (morfológicos, de materiais superficiais e hidro-geomorfológicos) de mudanças;

- Investigação da dinâmica e da história cumulativa das intervenções antrópicas, a partir de revisão bibliográfica, pesquisa histórica (documental, cartográfica e iconográfica), sistematizada através da cartografia evolutiva;

- Identificação das morfologias antropogênicas atuais através da cartografia, orientada por indicadores de mudanças;

- Sistematização das mudanças resultantes de sobreposições de morfologias antropogênicas e morfologias originais, por meio da cartografia evolutiva, e orientada por indicadores; e,

- Avaliação das mudanças no sistema físico, decorrentes da urbanização, a partir de indicadores.

A seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos e operacionais executados em cada etapa da pesquisa.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Esta etapa consistiu em uma revisão bibliográfica sobre as principais características físicas da área de estudo. Foram selecionados aspectos julgados importantes para um melhor entendimento da dinâmica natural do sistema físico e das respostas resultantes, face às intervenções antrópicas.

Inicialmente, com o intuito de obter-se uma caracterização geológica da área de estudos, recorreu-se às pesquisas realizadas na Região Metropolitana de São Paulo.

Com relação aos solos da Bacia Sedimentar de São Paulo, constatou-se que existe uma grande lacuna de conhecimentos pedológicos, sendo encontrados apenas estudos conduzidos pela engenharia geológica, e voltados especificamente para fins práticos, tais como aberturas de túneis e utilização dos materiais em aterros ou base de pavimentação.

Quanto aos aspectos geomorfológicos, julgou-se necessário uma discussão a respeito da Compartimentação Geomorfológica Regional, na qual a área de estudo está inserida. Tal discussão fez-se necessária em função de diferenças observadas entre as propostas de compartimentação do relevo paulista existentes. A partir de revisão bibliográfica, foram analisadas as propostas de Moraes Rego (1932); Deffontaines (1935); Monbeig (1949); Ab'Saber & Bernardes (1958); Almeida (1964) e Ross & Moroz (1997).

Ainda em relação ao contexto geomorfológico, apresenta-se o Mapa de Unidades Geomorfológicas da Região Metropolitana de São Paulo, sistematizado por Rodrigues & Batista (BATISTA, 2003; RODRIGUES, 2004) e, numa abordagem mais local, o Esboço Geomorfológico do Sítio Urbano de São Paulo (AB'SABER, 1956a), e as características principais das unidades morfológicas identificadas pelo autor (AB'SABER, 1957).

Buscou-se ainda, na literatura, uma breve caracterização dos terrenos cristalinos e sedimentares, quanto aos aspectos morfodinâmicos e, por fim, visando auxiliar esse entendimento dos processos morfodinâmicos, uma caracterização acerca da dinâmica climática natural da área e de suas modificações decorrentes da urbanização.

A síntese dessa revisão bibliográfica é apresentada no Capítulo 4 – Caracterização do Meio Físico.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS HIDRO-GEOMORFOLÓGICAS ORIGINAIS (OU PRÉ-URBANAS) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ.

A segunda etapa da pesquisa, consistiu na identificação das características hidro-geomorfológicas originais (ou pré-urbanas) da área de estudo, por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva, com auxílio de pesquisa histórica (documental, cartográfica e iconográfica) e orientada por indicadores (morfológicos, de materiais superficiais e hidro-geomorfológicos) de mudanças.

Para o resgate da morfologia original, o estudo teve, como o próprio título sugere[29], apoio inicial na obra de Ab'Saber (1957). O referido estudo, que também consistiu em um resgate morfológico, apresentando a compartimentação original do relevo paulista, foi realizado

> [...] especificamente numa época em que tal configuração geomorfológica estava prestes a desaparecer quase por completo como resultado de um amplo processo que teve início em meados do século XIX. O próprio AB'SABER (1957), comentava que se pressentia '*uma grande transformação nas paisagens antigas das várzeas regionais'*. (PELLOGIA, 2005, p.27-28)

Embora o estudo de Ab'Saber contemple apenas parte da área da presente pesquisa – a porção paulistana da bacia hidrográfica do rio Tamanduateí, e em escala menor (1:75.000),

[29] O primeiro capítulo da obra de Ab'Saber (1957) intitula-se "Originalidade Geográfica do sítio urbano de São Paulo".

ofereceu inestimáveis subsídios ao entendimento do quadro geomorfológico regional e especificamente, do quadro geomorfológico original da Bacia Sedimentar de São Paulo.

Desse modo, esta pesquisa consiste, num primeiro momento, numa releitura da consagrada obra de Ab'Saber, sendo porém, realizada em maior escala de análise (1:25.000), e à luz de novos conhecimentos geológicos.

De acordo com Rodrigues (2004),

> Após quase cinqüenta anos, continua sendo o estudo mais completo em termos de conteúdo geomorfológico e área de abrangência, apesar de ter aumentado muito o conhecimento geológico da Bacia Sedimentar de São Paulo e de seu entorno Pré-Cambriano, com as inúmeras obras de engenharia que foram realizadas até os dias atuais. Esse conhecimento, contudo, não vêm sendo explorado para se rever ou reestudar a geomorfologia local e regional. Os levantamentos geomorfológicos que se seguiram, ou são incompletos, ou realizados em áreas menores. (p. 105)

Para o resgate da morfologia original, Coltrinari (1996) sugere o uso de fotografias aéreas e terrestres, mapas topográficos atuais e antigos, relatórios técnicos, científicos, políticos e sócio-econômicos que possam oferecer um diagnóstico do ambiente. Além dessas fontes, Rodrigues (2004) acrescenta ainda o uso de acervos históricos de obras de engenharia, amostras de registros sedimentares além de materiais iconográficos (jornais, figuras, fotografias, pinturas, dentre outros), e entrevistas com moradores antigos.

Neste estudo optou-se pela utilização de fotografias aéreas e terrestres, mapas topográficos e planimétricos antigos, além de estudos sobre a história da cidade de São Paulo e seus arredores, e materiais iconográficos.

Diante disso, o resgate da morfologia original baseou-se fundamentalmente na análise e interpretação de fotografias aéreas e cartas topográficas, e foi auxiliado por registros históricos. Embora os documentos utilizados como base cartográfica (fotografias aéreas de 1952 e 1962; cartas topográficas SARA BRASIL de 1930, e base cartográfica do Sistema Cartográfico Metropolitano de 1980) sejam de datas bem posteriores às primeiras intervenções e já apresentem a área bastante modificada, permitem ainda a identificação de

algumas “janelas de interpretação” que fornecem importantes subsídios para a reconstituição do ambiente natural. Rodrigues (informações verbais) acredita que “para um geomorfólogo, é possível, através de uma cuidadosa análise de cartas topográficas e fotografias aéreas, identificar vestígios da morfologia original, mesmo em sistemas bastante antropizados”.

> Quando tentamos reconstruir a evolução pretérita da paisagem física e estabelecer a cronologia de seus estágios de evolução, estamos confinados a “janelas” de tamanho e opacidade limitados e variados (LEWIN, 1980). É através das “janelas” que sobrevivem que podemos colher a evidência necessária para permitir a reconstituição ambiental, e, necessariamente, o número de evidências remanescentes em uma dada área dependerá da idade da paisagem e das posteriores mudanças que afetavam a referida paisagem. As evidências que podem ser obtidas através das janelas disponíveis são de quatro tipos principais. Primeiramente, está a evidência relacionada com a morfologia do meio ambiente, e uma porção de um terraço fluvial poderia ser um fragmento de evidência, através da “janela”, de um fundo de vale muito mais extenso no passado. Em segundo lugar está a evidência dos sedimentos e dos materiais, e o material que compõe o terraço fluvial poderia ser utilizado para se inferir algo a respeito do modo de deposição e do ambiente físico na época. Em terceiro lugar está o conhecimento sobre o processo operante na paisagem, e isso pode ser obtido por meio de registros históricos ou por analogia com situações de outros lugares. Em quarto lugar, encontram-se os fragmentos de evidências que permitem que a datação relativa e absoluta seja realizada por uma gama cada vez mais variada de técnicas. (GREGORY, 1992, p.107-108)

Em relação às intervenções que promovem mudanças geomorfológicas, a ação antrópica, deve ser entendida como um conjunto de modalidades de intervenções. Como já mencionado, de acordo com Nir (1983) tais modalidades são representadas pelo desmatamento, atividades de pastoreio e agricultura, mineração, intervenções lineares (ferrovias, pontes, rodovias, etc), intervenções no sistema hidrológico (retificações, represamentos e diques), e processos decorrentes da urbanização.

Neste sentido, a pesquisa considera como período pré-intervenção ou pré-urbanização, o período anterior à segunda metade do século XIX pois, embora a povoação do sítio urbano de São Paulo já houvesse se iniciado há três séculos, só a partir de então se iniciam intervenções mais significativas no meio físico, relacionadas diretamente ao processo de urbanização, conforme será apresentado adiante.

3.2.1 Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana

Esse produto cartográfico (mapa 1) foi elaborado a partir da análise e interpretação de fotografias aéreas, cartas topográficas, e materiais cartográficos e iconográficos antigos. Contou ainda com o apoio de informações de caráter geomorfológico e geológico (AB'SABER, 1957; ALMEIDA, 1953; RICCOMINI, várias datas; EMPLASA, 1980, dentre outros), além de preciosas informações obtidas em estudos históricos que, embora dispersas em diversas obras, foram passíveis de espacialização após minuciosa seleção e criteriosa análise.

O resgate da morfologia original da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí revelou-se um verdadeiro "quebra-cabeça" em função da total dispersão de informações.

No que se refere às bases cartográficas antigas, contou-se apenas com a carta topográfica (Folha IV) em escala 1:20.000, de 1930, da empresa SARA BRASIL. No entanto, tal documento abrange apenas o município de São Paulo. Cabe ainda ressaltar que o levantamento aerofotogramétrico, efetuado para a elaboração dessa coleção de cartas topográficas perdeu-se no tempo. De acordo com levantamentos feitos por Rodrigues (informações verbais) na década de 90, os negativos das aerofotos, entregues pela empresa SARA BRASIL S/A. à Prefeitura de São Paulo, na época, desapareceram; e mesmo a sede da empresa, na Itália, não possui tal material, pois o mesmo foi perdido durante os distúrbios da Segunda Guerra Mundial.

Diante disso, o levantamento aerofotográfico mais antigo, disponível para a área, data de 1952, da empresa Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul, em escala 1:25.000. Ainda assim, o referido levantamento recobre apenas cerca de 80% da área total da bacia hidrográfica, obrigando a recorrer às fotografias aéreas de 1962, em escala 1:25.000, do Instituto Agronômico de Campinas, cujo levantamento aerofotogramétrico foi executado pela empresa Aerofoto Natividade S/A., para completar o recobrimento total da área.

Tais limitações, bem como a extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, justificam a escolha da escala da pesquisa – 1: 25.000.

Conforme já ressaltado, as bases disponíveis referem-se a datas em que importantes intervenções antrópicas já haviam se processado na área, principalmente na porção paulistana da bacia hidrográfica do rio Tamanduateí. Nesse sentido, além do esforço de identificar vestígios ou "janelas de interpretação" para o resgate da morfologia original, recorreu-se à análise minuciosa de documentação cartográfica do século XIX e início do século XX, registros históricos, documentos iconográficos e estudos históricos.

Tais procedimentos, por sua vez, apresentaram dificuldades de diversas naturezas. As plantas da cidade de São Paulo, por exemplo, datadas do século XIX e inicio do século XX (1810, 1841, 1842, 1855, 1868, 1877, 1881, 1895, 1897, 1905, 1913, 1916 e 1924), além de não possuírem informações topográficas, foram executadas a partir de diferentes referenciais cartográficos (projeções, escalas, coordenadas, etc.), carecendo ainda, em função dos recursos técnicos disponíveis na época, de precisão. Somando-se a isso, muitas delas encontram-se alteradas, com adição de informações por usuários (rabiscos, traçados a lápis, manchas, etc), o que muitas vezes, compromete o nível de confiabilidade das informações oferecidas pelas mesmas.

Também a busca de informações, referentes à morfologia original, em estudos históricos sobre a cidade de São Paulo e seus arredores, apresentou algumas dificuldades. Além das informações de caráter mais geográfico encontrarem-se bastante dispersas em meio às interpretações históricas, raramente apresentam-se espacializadas ou contextualizadas no conjunto da paisagem de forma satisfatória.

Diante da diversidade de fontes de informações para o resgate da morfologia original, optou-se pela elaboração manual do mapa, uma vez que a inserção de tantas informações fragmentadas e documentos cartográficos em um Sistema de Informações Geográficas,

demandariam muito tempo e trabalho. Por exemplo, seria necessária a vetorização, a conversão de coordenadas e o georeferenciamento de 13 plantas da cidade de São Paulo, de onde seriam extraídas apenas pequenas informações e/ou fragmentos. Desse modo, optou-se pela utilização das informações selecionadas, através do auxílio de ampliações ou reduções por meio de fotocópias, ou por meio de softwares de tratamento das imagens escaneadas (Adobe Photoshop CS2, por exemplo), que permitiram adequar as informações à base cartográfica.

A primeira etapa da confecção do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana consistiu na interpretação de fotografias aéreas de 1952 e de 1962 (**Tabelas 1 e 2**). A fotointerpretação, feita a partir de pares estereoscópicos, com a utilização de estereoscópio de bolso, permitiu a identificação e mapeamento, em *overlays*, de elementos tais como cursos d'água, nichos de nascentes, divisores interfluviais, rupturas e mudanças de declives. Cabe ressaltar que, embora nas datas de recobrimento das fotografias aéreas (1952 e 1962), a área já se encontrasse bastante antropizada, principalmente na planície fluvial do rio Tamanduateí; ainda foi possível identificar alguns vestígios da morfologia original, tais como trechos de terraços fluviais, meandros abandonados e limites de planície de inundação. Essas informações foram posteriormente confrontadas com aquelas oferecidas em Ab'Saber (1957) e Almeida (1953), bem como com o Mapa Geológico da RMSP (EMPLASA, 1980), e apresentaram-se bastante coincidentes.

1952	FAIXA 5 FAIXA 4 FAIXA 3 FAIXA 2 FAIXA 1	094 - 091 070 - 076 O53 -048 034 - 042 013 - 003	1:20.000	Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul
1962	REGIÃO 7 T	4015 -4007	1:25.000	Instituto Agronômico de Campinas - Aerofoto Natividade S/A

Tabela 1 Fotografias aéreas utilizadas para a elaboração do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

.

Folhas Topográficas 1:25.000 EMPLASA (1980)	
331	SF-23-Y-C-VI-2-NO
332	SF-23-Y-C-VI-2-NE
333	SF-23-Y-C-VI-2-SO
334	SF-23-Y-C-VI-2-SE
322	SF-23-Y-C-VI-4-NE
431	SF-23-Y-D-IV-1-NO
433	SF-23-Y-D-IV-1-SO

Tabela 2 Folhas topográficas (1:25.000) utilizadas para elaboração de base cartográfica
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Numa segunda etapa, os *overlays* foram sobrepostos e ajustados à base topográfica na escala 1:25.000 (EMPLASA, 1980). A base topográfica, por sua vez, foi modificada, no que se refere à rede hidrográfica, uma vez que, a partir das informações (cartográficas ou textuais) obtidas nos documentos históricos, foi possível inferir na base, o traçado original dos cursos d'água.

Com as informações obtidas pela fotointerpretação, análise da base topográfica e pesquisa histórica, foi possível a elaboração do mapeamento geomorfológico completo.

Além de informações referentes à morfologia, a análise das cartas topográficas forneceu ainda as informações morfométricas presentes na legenda do mapa. Através da fotointerpretação e com o auxílio de cartas topográficas, foi possível a identificação da morfologia, em relação aos seguintes atributos: geometria de vertentes (retilinidades, convexidades e concavidades); geometria de subsetores de vertentes (anfiteatros de nichos de nascentes, rupturas, mudanças), e suas respectivas posições na vertente (terço superior, médio e inferior); além da identificação de aspectos relacionados à morfogênese, tais como processos denudacionais e agradacionais. Ressalta-se apenas que, em função da escala de mapeamento, alguns elementos necessitaram serem agrupados (topos, patamares e elementos convexos e plano-convexos foram agrupados em "Elementos convexos e plano-convexos de Alta Vertente", por exemplo). Tais simplificações ou generalizações levaram em consideração o significado morfodinâmico da geometria das formas, e basearam-se em Lima (1990).

Conforme pode ser observado, a legenda desse mapa apresenta estrutura híbrida, adotando a proposta de Taxonomia do Relevo (ROSS, 1992) e preceitos da cartografia de detalhe (LIMA, 1990).

Para a delimitação dos quatro primeiros táxons de Ross (1992), confrontou-se os limites de Tipos de Formas de Relevo, ressaltados pelas diferenças morfológicas e morfométricas aos limites litológicos do Mapa Geológico da RMSP (EMPLASA, 1980).

Em função da escala de mapeamento escolhida (1:25.000) e do nível de detalhamento necessário para a avaliação de mudanças nas formas, materiais e processos, recorreu-se a alguns preceitos e conceitos da cartografia de detalhe, para o mapeamento do 5º e 6º táxon. (Elementos das Vertentes e Planície Fluvial e Pequenas Formas, respectivamente.).

Assim, a legenda privilegia alguns aspectos importantes para a análise morfodinâmica. Nesse sentido foram considerados aspectos relacionados à geometria (forma) e morfometria de segmentos de vertentes, seu posicionamento na vertente (alta e média-baixa vertentes) e limites desses elementos, definidos por rupturas e mudanças de declividade. Tais opções baseiam-se em Lima (1990). De acordo com a autora, o conceito de vertente de Dylik (1968) faz referências quanto a estes três parâmetros (forma, declives e posicionamento) a serem considerados na definição dos elementos de uma vertente. Ainda segundo a autora, Demek (1972) explica que

> O significado destas unidades para a compreensão dos processos atuais deve-se ao fato de que a intensidade dos processos atuais de vertente é em parte dependente dos declives e da posição relativa destas unidades e estas são representadas pelos limites morfológicos. (LIMA, 1990, p.42)

A consideração de limites entre os elementos – ruptura de declive e mudança de declive – também foi inspirada em Lima (1990), que adotou a proposta de mapeamento de Savigear (1965), com algumas modificações.

Segundo Coltrinari (1992),

> As *rupturas* correspondem a junções nítidas entre duas unidades morfológicas de declividade diferente; as *mudanças* correspondem a junções graduais que ocupam uma faixa da superfície. (COLTRINARI, 1992). (p. 12)

As interpretações acerca da geometria dos elementos de vertente e tendências do comportamento hidrodinâmico basearam-se em Ruhe (1975), Colângelo (1996) e Ross (1990, 1992 e 2004).

Após a elaboração manual do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana, o mesmo foi escanerizado, vetorizado e georeferenciado através do Programa ArcGIS 9 (Arc map 9.2). Esse procedimento, além de visar à edição gráfica, foi realizado com o intuito de possibilitar a correlação desse produto com outro mapa, elaborado posteriormente (Mapa da Morfologia Antropogênica - **Mapa 7**), e permitir ainda a elaboração de um produto cartográfico síntese – Mapa de Unidades Morfológicas Complexas (**Mapa 8**). Os recursos do SIG (Sistema de Informações Geográficas) facilitaram a mensuração de dados espacializados sobre a morfologia original e morfologia antropogênica, permitindo a análise quantitativa das mudanças na bacia hidrográfica do rio Tamanduateí.

Ressalta-se que, para viabilizar a impressão em uma única folha, e assim facilitar o manuseio do material cartográfico produzido, optou-se por apresentá-lo reduzido, em escala 1:50.000.

A apresentação e leitura do referido mapa, encontram-se no Capítulo 5 – Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

3.3 INVESTIGAÇÃO DA DINÂMICA E DA HISTÓRIA CUMULATIVA DAS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS, DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO

Essa etapa consistiu, primeiramente, em ampla revisão bibliográfica sobre a dinâmica de urbanização do município de São Paulo e Região Metropolitana, a partir de estudos

geográficos consagrados e considerados referências, tais como: Azevedo (1953); Mombeig (1953); Langenbuch, (1971); Seabra (1987); Andrade (1991); dentre outros.

Esses estudos possibilitaram a compreensão do processo de urbanização da metrópole paulista e de contextos políticos e sócio-econômicos que condicionaram a dinâmica e as principais características da expansão urbana. Permitiram ainda, a identificação de períodos ou fases representativas da urbanização.

Pode-se considerar que a história de ocupação e apropriação do espaço que corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí retrata a própria história da Região Metropolitana de São Paulo. Como será abordado adiante, a ocupação da porção inferior da bacia hidrográfica corresponde à história do município de São Paulo e, à medida que essa ocupação avança à montante, corresponde à formação da metrópole. Desse modo, a seleção desses períodos, só foi possível após exaustiva análise de todo o processo de formação da cidade de São Paulo e construção da metrópole paulista.

Desse modo, foram selecionados os seguintes períodos para a análise evolutiva da urbanização e mudanças antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí:

Da fundação da Vila de São Paulo até 1881	Nesse período, de mais de trezentos anos, embora a expansão da ocupação urbana tenha sido bastante lenta, restringindo-se praticamente ao interflúvio Anhangabaú-Tamanduateí, modificações antrópicas significativas já haviam se processado na área.
1882 a 1929	Período de rápido crescimento da cidade de São Paulo, em função da economia cafeeira. A partir de então, a urbanização, antes restrita às colinas sedimentares, começa a avançar sobre outras unidades morfológicas, como por exemplo, as planícies fluviais.
1930 a 1951	Período de industrialização e a adoção do rodoviarismo, o que possibilita o rápido espraiamento da mancha urbana. A abertura de rodovias como a Via Anchieta torna-se um grande indutor de ocupação da porção sudeste da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, à medida que condiciona a instalação de grandes industrias nos municípios da região do ABC.
1952 a 1981	Período de grande expansão periférica da mancha urbana na Região Metropolitana de São Paulo. Tal expansão atinge cada vez mais os terrenos do rebordo cristalino, onde a fragilidade potencial do relevo aliada à falta de recursos técnicos e financeiros da população que ali se instala, configura riscos à ocupação urbana.
1982 a 2001	Período em que, embora o ritmo da expansão urbana tenha desacelerado, a área correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí encontra-se praticamente toda ocupada e os problemas decorrentes das mudanças antrópicas agravam-se cada vez mais.

Quadro 6 Períodos escolhidos para a análise evolutiva da urbanização e mudanças antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

A partir da identificação desses períodos, foi efetuada ampla pesquisa histórica, na busca de informações sobre a dinâmica e história cumulativa das intervenções antrópicas, bem como sobre as derivações ambientais decorrentes de tais intervenções. Para obter essas informações foram analisadas obras de historiadores e arquitetos, além de material iconográfico (gravuras, pinturas e fotografias), em busca de aspectos das intervenções antrópicas e mudanças hidromorfodinâmicas resultantes.

A evolução da urbanização e das mudanças morfológicas foram sistematizada por meio da cartografia evolutiva, conforme procedimentos descritos a seguir.

Os resultados obtidos e os produtos elaborados nessa etapa, são apresentados no Capítulo 6 – Resgate Histórico da Urbanização e das Mudanças Antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

3.3.1 Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas

Os mapas evolutivos da Urbanização e Mudanças Morfológicas (**Mapas 2, 3, 4, 5 e 6**) referem-se a períodos significativos em termos de mudanças no sistema físico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí e seus subsistemas e, também, a importantes marcos na dinâmica de ocupação e produção do espaço metropolitano.

Os mapas foram elaborados a partir dos mapas da Evolução da Mancha Urbana da Região Metropolitana de São Paulo, elaborados pelo CESAD-FAU/USP[30], e do cotejo entre o do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana e documentos cartográficos de 1881, 1930, 1952, 1983 e 2001.

Em função do nível de generalização apresentado nos mapas da Evolução da Mancha Urbana (CESAD-FAU/USP), e das distintas escalas de cada um dos documentos cartográficos

[30] Disponíveis em www. cesad.fau.usp.br, em julho de 2009.

antigos utilizados para cada período selecionado, optou-se pela elaboração desses produtos, na escala 1:100.000.

A análise espacial desses produtos possibilitou a mensuração de mudanças, em cada período, fornecendo, por exemplo, valores referentes à superfície urbanizada em cada unidade morfológica (Planícies Fluviais, Colinas Sedimentares e Morros Cristalinos), e mudanças na forma e comprimento de canais fluviais, dentre outros indicadores. Todavia, cumpre ressaltar que os dados quantitativos obtidos, referentes à urbanização, foram utilizados apenas a titulo de comparação e correspondem a valores aproximados. Tal ressalva se faz necessária pois se observou que os Mapas da Evolução da Mancha Urbana (CESAD-FAU/USP), além de apresentarem alto grau de generalização, apresentam algumas distorções, deslocamentos e incongruências, provavelmente em função da adoção de diferentes procedimentos metodológicos e diferentes fontes. No texto, onde se apresentam as referências das fontes utilizadas para a elaboração desse material, o próprio CESAD/FAU-USP, faz a seguinte advertência: "Eventuais distorções na comparação entre mapas deve-se à natureza e escala das fontes utilizadas, vetorização e georeferenciamento".

A apresentação e leitura do referidos mapas encontra-se distribuída, de acordo com os períodos de análise, no Capítulo 6 – Resgate Histórico da Urbanização e das Mudanças Antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DAS MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS ATUAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ.

O primeiro passo, nessa etapa, foi reconhecer quais as modalidades de intervenções antrópicas passíveis de serem mapeadas na escala de análise, qual o significado de cada uma delas em termos de mudanças nos processos naturais dos subsistemas físicos da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, e quais os parâmetros que cada modalidade forneceria para a avaliação das mudanças. Nesse sentido, as escolhas foram realizadas a partir da seleção de

indicadores (morfológicos, de materiais superficiais e hidro-geomorfológicos) apontados por Rodrigues (2008).

As morfologias antropogênicas atuais apresentam-se cartografadas no Mapa da Morfologia Antropogênica, cujos procedimentos adotados para sua elaboração, são descritos a seguir.

A apresentação e leitura desse mapa, bem como as análises e discussões sobre o significado dessas morfologias na mudança de taxas e balanços, no sistema físico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, encontram-se no Capítulo 7 – As Modificações no Sistema Hidro-Geomorfológico, decorrentes da urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no item 7.1 – Morfologias Antropogênicas e Mudanças nos Processos Hidromorfodinâmicos.

3.4.1 Mapa da Morfologia Antropogênica

Este documento cartográfico **(Mapa 7)** foi produzido a partir das Cartas de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e Bacia do Alto Tietê – 2005, elaboradas pela EMPLASA, na escala 1:25.000.

A opção pela utilização desse mapeamento de Uso do Solo, justifica-se pela disponibilidade do material na mesma escala adotada nesta pesquisa (1:25.000), e pelo fato da legenda oferecer importantes informações que refletem alguns dos indicadores de mudanças apontados por Rodrigues (2008), para a avaliação de impactos e mudanças hidro-geomorfológicas.

Os conteúdos da legenda original das Cartas de Uso do Solo (EMPLASA, 2005) foram agrupados da seguinte maneira:

EMPLASA (2005)	MAPA DA MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA
Mata Capoeira Campo Vegetação de várzea Reflorestamento Hortifutrigranjeiro Chácaras	Morfologia original ou semipreservada
Loteamentos desocupados	Morfologias relativas ao Estágio Inicial de Urbanização (Loteamentos desocupados ou em fase de ocupação)
Favelas	Morfologias relativas ao Estágio Intermediário de Urbanização (Áreas urbanas altamente impermeabilizadas, sem infra-estrutura)
Indústrias Área urbanizada Equipamentos urbanos Outros usos	Morfologias relativas ao Estágio Final de Urbanização (Áreas urbanas consolidadas altamente impermeabilizadas, geralmente, com infra-estrutura).
Aterro sanitário Lixão	Depósitos tecnogênicos
Mineração	Mineração
Solo exposto/Movimentos de Terra	Solo exposto/Movimentos de Terra
Reservatório de Detenção	Reservatório de Detenção

Tabela 3 Correspondência entre os conteúdos das Cartas de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (EMPLASA) e do Mapa da Morfologia Antropogênica da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Além desses conteúdos, também foram utilizadas as informações referentes à hidrografia, ao sistema viário, e ferrovias.

A organização da legenda desse mapa inspirou-se nos mapeamentos de morfologia antropogênica elaborados por Lima (1990); Rodrigues (diversas datas) e Fujimoto (2001), entre outros.

Todas as informações selecionadas foram agrupadas, na legenda do Mapa da Morfologia Antropogênica, conforme se apresenta na tabela 4.

Tais categorias de usos, assim organizadas, possibilitaram posteriores leituras qualitativas e quantitativas dos seguintes indicadores, apontados por Rodrigues (2008):

- **Canais fluviais:**

▪ **Indicadores morfológicos:** comprimento e padrão.

▪ **Indicadores hidro-geomorfológicos:** apresentação (canalizado, céu aberto, tamponado).

- Planícies fluviais

▪ **Indicadores morfológicos:** área, forma, altitude.

▪ **Indicadores dos materiais superficiais:** materiais superficiais autóctones ou alóctones, propriedades hidrológicas, taxas de impermeabilização, superfícies urbanizadas (contínuas ou descontínuas), indicando a porcentagem de supressão do subsistema.

▪ **Indicadores hidro-geomorfológicos:** comportamento hidrodinâmico, processos agradacionais ou erosivos.

- Conjuntos interfluviais e de vertentes

▪ **Indicadores morfológicos:** área, forma, altitude.

▪ **Indicadores dos materiais superficiais:** materiais superficiais, materiais autóctones ou alóctones, propriedades hidrológicas, taxas de impermeabilização, superfícies urbanizadas (contínuas ou descontínuas)

▪ **Indicadores hidro-geomorfológicos:** comportamento hidromorfodinâmico.

Originalmente produzido na escala 1:25.000 esse mapa, pelos mesmos motivos apontados em relação ao Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (Mapa 1), também se apresenta, nesse trabalho, reduzido para a escala 1:50.000.

MORFOLOGIAS		UNIDADES OU ELEMENTOS	USOS PREDOMINANTES
MORFOLOGIA ORIGINAL OU SEMIPRESERVADA		Áreas predominantemente dotadas de cobertura vegetal (matas, capoeiras, campos, vegetação de várzea ou, ainda, reflorestamentos).	- Parques e áreas verdes - Áreas desocupadas - Chácaras (lazer ou atividades hortifutrigranjeiras) Embora possam ter sido alvo de intervenções antrópicas, não apresentam morfologias antropogênicas decorrentes da urbanização.
		Cursos d'água com características originais ou semi-preservadas	
MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	URBANIZAÇÃO	**ESTÁGIO INICIAL** Loteamentos desocupados ou em processo de ocupação	Áreas arruadas com até 10% de ocupação, podendo estar localizadas dentro da área urbanizada, na periferia ou isoladas. São caracterizadas, necessariamente, por um conjunto de arruamento, podendo ser geométrico ou irregular, sobre solo com ou sem cobertura vegetal. EMPLASA (2002).
		ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO Áreas urbanas altamente impermeabilizadas, geralmente sem infra-estruturas	Conjunto de unidades habitacionais (barracos, casas de madeira ou alvenaria) dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. O sistema viário é constituído por vias de circulação estreita e de alinhamento irregular (EMPLASA, 2002), com ou sem pavimentação mas, em geral, sem sistemas de drenagem de águas pluviais, esgotamento sanitário e coleta sistemática de lixo.
		ESTÁGIO FINAL Áreas urbanas consolidadas, altamente impermeabilizadas, geralmente dotadas de infra-estruturas	- Áreas arruadas e efetivamente ocupadas por edificações destinadas ao uso residencial, comercial, de serviços, ou industrial - Áreas de equipamentos urbanos (estabelecimentos, espaços ou instalações destinadas à educação, saúde, lazer, cultura, assistência social, culto religioso ou administração pública, que tenham ligações diretas, funcionais ou espaciais com uso residencial) EMPLASA (2002) - Apresentam verticalização e uso do subsolo
	OUTRAS	DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS	- Aterros sanitários**:** Áreas de "disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, através de confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo" (ABNT, 1989 in EMPLASA, 2002). **-** Lixões**:** Áreas de depósitos de resíduos sólidos a céu aberto, sem nenhum tratamento. EMPLASA (2002).
		SOLO EXPOSTO / MOVIMENTO DE TERRA	**-** Solo Exposto**:** Solo sem cobertura vegetal, preparado para cultivo ou outros usos, e expostos à ação de processos erosivos. **-** Movimento de Terra**:** Áreas que sofreram terraplanagem, apresentando solo exposto pela remoção da cobertura vegetal. EMPLASA (2002).
		MINERAÇÃO	Áreas de extração mineral e seus entornos (movimento de terra, cavas, edificações), que sofreram efeito desta atividade. Na RMSP é realizada a céu aberto para praticamente todos os minérios. Caracterizam-se pela remoção da cobertura vegetal e corte de relevo. Foram incluídas no mapeamento, áreas de mineração desativadas que ainda apresentam característica de mineração. (EMPLASA, 2002).
		RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO	Reservatório de controle de cheias com saídas não reguláveis. (ANEEL & OMM, 1999 in EMPLASA, 2002)
		Ferrovias	
		Sistema viário	
		Lago/lagoa ou represa/barragem	
		Cursos d'água retificados	
		Cursos d'água tamponados	

Tabela 4 Conteúdos da Legenda do Mapa da Morfologia Antropogênica da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

3.5 SISTEMATIZAÇÃO DAS MUDANÇAS RESULTANTES DE SOBREPOSIÇÕES DE MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS E MORFOLOGIAS ORIGINAIS

Essa etapa consistiu basicamente na elaboração do Mapa de Unidades Morfológicas Complexas (**Mapa 8**). A apresentação e leitura desse mapa encontram-se no Capítulo 7 – As Modificações no Sistema Hidro-Geomorfológico, decorrentes da urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no item 7.2 – Unidades Morfológicas Complexas.

A seguir, apresentam-se os procedimentos adotados na elaboração desse mapa.

3.5.1 Mapa de Unidades Morfológicas Complexas

A sobreposição do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana **(Mapa 1)** e Mapa da Morfologia Antropogênica (Mapa 7) resultou no Mapa de Unidades Morfológicas Complexas **(Mapa 8).** Tal síntese permitiu identificar as mudanças processadas ao longo de mais de 150 anos e, identificar sobre quais tipos de morfologia original elas se processaram. Através da utilização de Sistema Geográfico de Informações foi possível ainda, mensurar espacialmente essas mudanças.

Do cruzamento de dez unidades da Morfologia Original e sete unidades de Morfologias Antropogênicas, obteve-se um total de 26 Unidades Morfológicas Complexas.

O documento cartográfico produzido, além de apresentar as mudanças morfológicas, indica em sua legenda, as mudanças nos materiais superficiais e nos processos hidromorfodinâmicos. Desse modo, constitui-se, sobretudo, em um produto analítico.

Assim como os Mapas 1 (Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana) e 7 (Mapa da Morfologia Antropogênica) – e pelos mesmos motivos, o Mapa das Unidades Morfológicas Complexas, produzido originalmente na escala 1:25.000, ora se apresenta reduzido, em escala 1:50.000.

3.6 AVALIAÇÃO DAS MUDANÇAS NO SISTEMA FÍSICO, DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO, A PARTIR DE INDICADORES.

Por fim, a última etapa da pesquisa, consistiu na avaliação qualitativa e quantitativa das mudanças hidromorfodinâmicas, decorrentes da urbanização, no sistema e subsistemas físicos da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Conforme já apontado, tal avaliação foi feita a partir de indicadores morfológicos, de materiais superficiais e processos hidrogeomorfológicos, previamente selecionados. As discussões e resultados obtidos são apresentados Capítulo 7 – As Modificações no Sistema Hidro-Geomorfológico, decorrentes da urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no item 7.2 – Unidades Morfológicas Complexas.

CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

4.1 GEOLOGIA

4.1.1 Unidades Litoestratigráficas da Região Metropolitana de São Paulo

Segundo Hasui et al (1975) o arcabouço geológico da Região Metropolitana de São Paulo é constituído por terrenos policíclicos do Cinturão de Dobramentos Ribeira ou ainda Região de Dobramentos Sudeste, representado por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides, sobre as quais se assentam os sedimentos cenozóicos da Bacia Sedimentar de São Paulo e Bacia Sedimentar de Taubaté (em pequena porção nordeste da RMSP). E ainda, recobrindo todas essas unidades, encontram-se depósitos aluviais e coluviais quaternários.

Na área correspondente à Região Metropolitana de São Paulo, a unidade tectônica Cinturão do Ribeira apresenta duas faixas de dobramentos, São Roque e Açungui, separadas por falhas transcorrentes pré-Cambrianas (falhas Taxaquara e Jaguari), de direção preferencial NE-SWdiversas zonas de cisalhamento e falhas menores.

O conjunto situado ao norte das falhas Taxaquara e Jaguari, foi subdividido nos grupos São Roque *(sensu strictu)*, Grupo Serra do Itaberaba, e Grupo Amparo. O conjunto situado ao sul dessas falhas (Grupo Açungui), apresenta-se dividido em: Complexo Embu e o Complexo Costeiro. (RODRIGUEZ, 1998). Intercaladas a esses dois grandes conjuntos estruturais ou faixas de dobramentos (São Roque e Açungui) ocorrem ainda, de forma descontínua, Suítes Graníticas indiferenciadas.

Também ao sul das falhas de Taxaquara e Jaguari, na Região Metropolitana de São Paulo, encontra-se alojada a Bacia Sedimentar de São Paulo e ainda, pequena porção da Bacia Sedimentar de Taubaté.

A Bacia Sedimentar de São Paulo é atualmente entendida como uma das unidades que integram uma feição tectônica cenozóica, chamada *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, segundo Riccomini (1989)[31].

> Inserida no contexto do Rifte Continental do Sudeste Brasileiro, a Bacia Sedimentar de São Paulo sofreu um retrabalhamento por falhas pós sedimentares, resultando em soerguimentos e abatimentos localizados (Riccomini et al., 2004). De acordo com esses autores, em função de seu formato e distribuição de fácies sedimentares, essa bacia originalmente se tratava de um *hemigráben*, controlado por falhas normais reativadas ao longo das zonas de cisalhamento proterozóicas de Taxaquara e Jaguari dispostas ao longo de sua borda norte. Os sedimentos distribuem-se em uma depressão irregular de aproximadamente 1.000 km^2, sendo seu eixo maior com 75 km, compreendido entre os municípios de Arujá e Embu- Guaçu e o seu menor, com 25 km, abrangendo os municípios de São Paulo, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, São Bernardo do Campo, entre outros. (BEDANI & SAAD, 2009, p.365)

Riccomini (1989) e Riccomini & Coimbra (1992) consideram que os depósitos sedimentares continentais terciários da Bacia de São Paulo "compreendem uma seqüência basal, com as formações Resende, Tremembé e São Paulo, reunidas no Grupo Taubaté, recoberta, de forma presumivelmente discordante, pela Formação Itaquaquecetuba" (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p 24)

A figura a seguir, apresenta as grandes unidades litoestratigráficas da Região Metropolitana de São Paulo.

[31] "O *Rift* Continental engloba ainda outros nove embaciamentos alojados numa estreita faixa, alongada e deprimida, de orientação geral ENE, entre as cidades de Curitiba (PR) e Barra de São João (RJ), com cerca de 900 Km de extensão." RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA (1992)

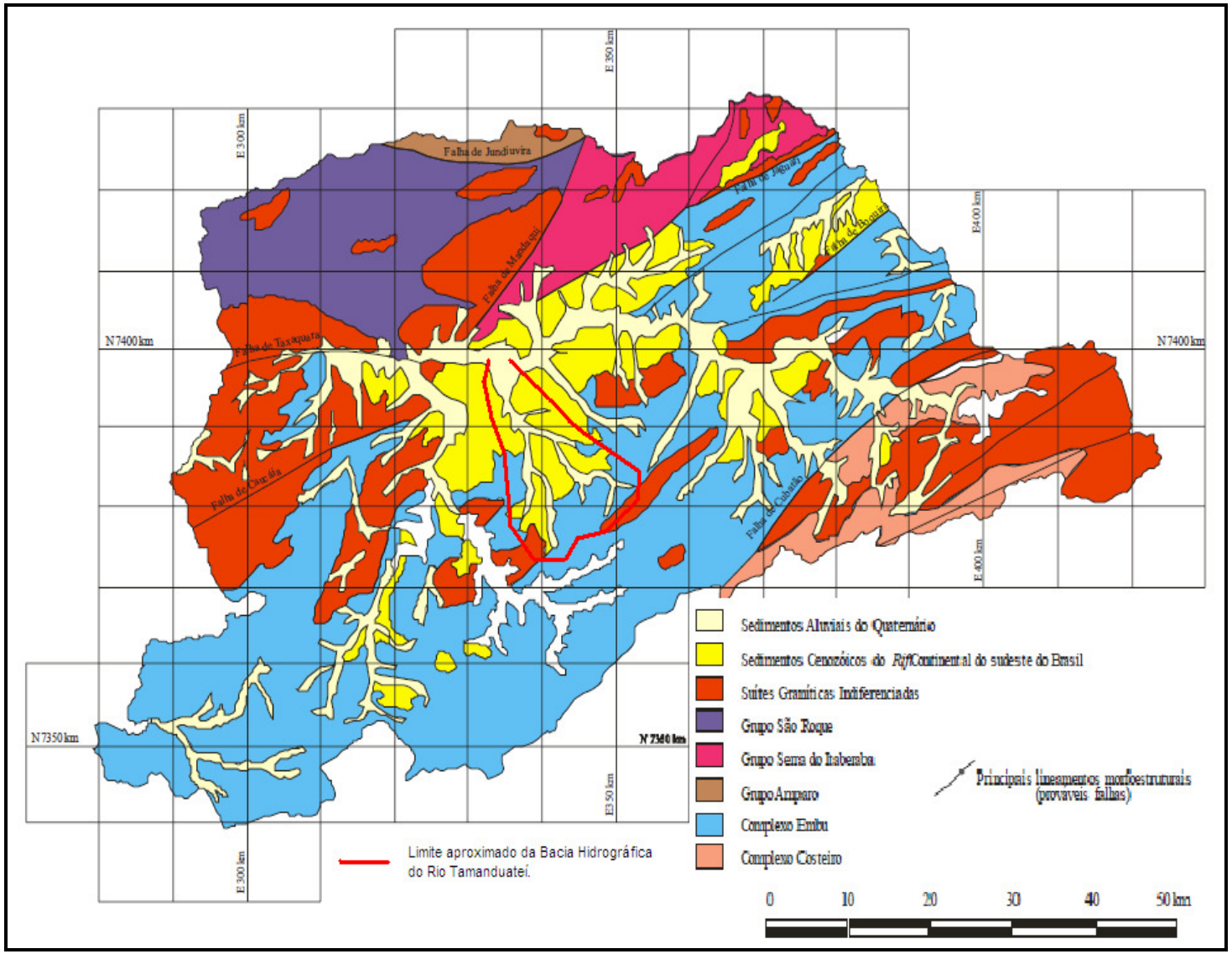


Figura 2 Distribuição das grandes unidades litoestratigráficas da RMSP
Fonte: DNPM/CPRM (1991) apud Rodriguez (1998)

4.1.2 Unidades litoestratigráficas da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí

Dentre as unidades identificadas na Região Metropolitana de São Paulo, verifica-se, na área de estudo, no Embasamento Cristalino, o Complexo Embu e mais restritamente, Suítes Graníticas Indiferenciadas; além de Sedimentos Cenozóicos da Bacia Sedimentar de São Paulo e Sedimentos Aluviais do Quaternário.

EMBASAMENTO PRÉ-CAMBRIANO

- Complexo Embu

Segundo Rodriguez (1998) o Complexo Embu é formado por xistos, filitos, migmatitos, gnaisses migmatizados e corpos lenticulares de quartzitos, anfibolitos e rochas calciossilicatadas.

> 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. (RODRIGUEZ, 1998, p. 5)

Essa unidade corresponde à porção superior da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí.

- Suítes Graníticas Indiferenciadas

As Suítes Graníticas Indiferenciadas, na área da bacia hidrográfica do rio Tamanduateí, ocorrem, de forma restrita, nos limites interfluviais, nas áreas de cabeceiras dos ribeirões dos Couros e dos Meninos, como também nas áreas de cabeceiras do próprio Rio Tamanduateí.

Esses corpos graníticos constituem batólitos e bossas que sustentam relevos de topografia elevada e, em função de apresentarem resistência aos processos intempéricos, sobressaem-se no relevo. (RODRIGUEZ, 1998; HASUI & CARNEIRO, 1980).

SEDIMENTOS CENOZÓICOS DA BACIA DE SÃO PAULO

- Formação Resende

Segundo Riccomini & Coimbra (1992) esta formação representa mais de 80% do preenchimento sedimentar da Bacia de São Paulo. É constituída basicamente por depósitos de "leques aluviais (fanglomeráticos) que gradam para depósitos relacionados à planície aluvial de rios entrelaçados (braided)" (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p 24)

> Na área da denominada Soleira de Arujá (*e. g.* MELO *et al,*1986), ocorrem raras exposições isoladas de depósitos basais, em topos de colinas e morrotes, assentados diretamente sobre o embasamento pré-cambriano, testemunhos inequívocos da ligação física pretérita entre as bacias de São Paulo e Taubaté (RICCOMINI, 1989; RICCOMINI & COIMBRA, 1992). (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p 25)

Os autores apontam ainda a presença de sedimentos hidrotermalizados dessa formação, em locais como o Parque Dom Pedro e Vila Prudente, ambas no vale do rio Tamanduateí. O processo de hidrotermalização, caracterizado pela presença de dickita, argilomineral do grupo da caulinita, têm sua gênese associada à percolação de águas quentes ao longo de falhas de reativação cenozóica.

Dados palinológicos obtidos da Formação Resende, na bacia homônima, indicam idade oligocênica. (RICCOMINI, 1989)

- Formação Tremembé

A Formação Tremembé compreende sedimentos lacustres, constituídos por camadas de argilas verdes maciças intercaladas com argilas cinzas e pretas, ricas em matéria orgânica, formados em condições de semi-aridez, correlacionados ao sistema *playa-lake*, definido por Riccomini (op cit), para a Bacia de Taubaté.

Essa formação ocorre de forma bastante restrita na Bacia Sedimentar de São Paulo. Foram observadas ocorrências desta unidade, em subsuperfície, em área próxima a Estação Barra Funda do Metrô, nas proximidades do Parque Antártica (bairro da Lapa) e da Rua Oriente (bairro do Pari), estando esta última, localizada na área de estudo.

Segundo Riccomini, Coimbra e Takiya (1992), embora essas ocorrências sejam isoladas, é possível que o sistema lacustre tenha ocupado uma maior extensão da bacia sedimentar de São Paulo. Esses autores atribuem idade oligocênica a essa formação.

A área total da Formação Tremembé na Bacia de São Paulo é de aproximadamente 4 km^2, com espessuras que podem ultrapassar, em alguns pontos, 60 metros (TAKIYA, 1991, 1997; RICCOMINI & COIMBRA, 1992; RICCOMINI et al., 2004). Os sedimentos pertencentes a essa unidade foram datados do Oligoceno (LIMA & MELO, 1989).

- Formação São Paulo

Constituída por areias grossas a médias que gradam para finas, e até siltes e argilas, esta formação corresponde a depósitos de sistema fluvial meandrante. (SUGUIO et al, 1971)

Segundo Riccomini & Coimbra (1992) a Formação São Paulo têm sua principal área de exposição ao longo do espigão central e ainda, em áreas como o Jaguaré, Parque Continental, Rio Pequeno e Cidade Universitária. Ocorrências mais restritas e aparentemente mais descontínuas são verificadas no Alto de Santana e na região do Anhangabaú (na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí), sendo esta última considerada pelos autores como localidade clássica dessa unidade estratigráfica, já descrita por Pissis, em 1842. (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992).

> Segundo Riccomini & Coimbra (1992), couraças (crostas e concreções) limoníticas, com espessuras variáveis, são freqüentes na interface entre sedimentos argilosos e arenosos da Formação São Paulo, conferindo pronunciada impermeabilidade no topo das camadas pelíticas, sendo comum surgências das águas que percolam os pacotes arenosos, como pode ser observado na Av. Paulo VI (nas proximidades do viaduto da Rua Oscar Freire), na Av. Pacaembu, entre outros locais. Ainda segundo esses autores, o espigão central da cidade seria controlado por essas couraças ferruginosas.
> A Formação São Paulo, sobrepõe-se transicionalmente aos sistemas de leques aluviais da Formação Resende, indicando mudança para condições paleoclimáticas mais úmidas, em fase de maior calmaria tectônica da bacia, embora as delgadas intercalações de lamitos dessa última unidade, nos sedimentos do sistema fluvial meandrante, sejam indicativas da ocorrência de pulsações tectônicas espamódicas durante a deposição da Formação São Paulo (RICCOMINI, 1989; RICCOMINI & COIMBRA, 1992). A vigência de condições oxidantes úmidas é corroborada pela abundancia de caulinitas detríticas e caulinitas diagenéticas sanfonadas nos sedimentos da Formação São Paulo. (RICCOMINI, 1989) (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p.28)

Em função da ausência de material fossilífero adequado para a datação, atribui-se à Formação São Paulo a idade oligocênica, por correlações com depósitos similares da Bacia de Taubaté.

- Formação Itaquaquecetuba

Segundo Riccomini et al (2004), esta formação corresponde aos depósitos de sistema fluvial *(braided)* entrelaçado na Bacia de São Paulo, que ocorrem sob os aluviões holocênicos dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí.

> No Vale do Rio Tamanduateí, na região do Parque Dom Pedro II, seções elaboradas a partir dos dados de sondagens executadas para o METRO indicaram a existência de um provável paleovale ou eventualmente um *graben*, preenchido por pelo menos 10 m. de sedimentos arenosos de características semelhantes aos da Formação Itaquaquecetuba. Este depósito apresenta contatos laterais abruptos com sedimentos argilosos. Nas escavações da ETT Guarulhos-Cambuci, sob a Rua do Gasômetro, foram recentemente encontrados troncos fósseis, de dimensões decimétricas, carbonificados e marcassilitizados, em meio a sedimentos também referíveis a esta formação. (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p. 30-31)

Os depósitos desta formação são basicamente constituídos 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).

Riccomini et al. (2004) consideraram que a deposição dessa unidade teria ocorrido no Mioceno Inferior, com base nos estudos palinológicos de Arai & Yamamoto (1995). No entanto, Melo et al. (1985), Melo et al. (1986), Lima & Melo (1989), Garcia et al. (2004), Santos et al. (2006) apontaram para os intervalos superiores do Paleógeno, como sendo a idade mais provável para a sedimentação da Formação Itaquaquecetuba. Finalmente, Santos (2008) propôs a idade neo-eocena/eo-oligocena para essa formação.(BEDANI & SAAD, 2009).

> Ao se adotar esses últimos dados como corretos (Zanão et al., 2006; Santos, 2008) verifica-se que o posicionamento estratigráfico da Formação Itaquaquecetuba é equivalente ao da Formação Resende, tanto em termos de sistema deposicional quanto em idade, o que conduz a um novo quadro litoestratigráfico para a Bacia de São Paulo, em relação ao Paleógeno.

> Campanha (1994), ao estudar a Bacia de Taubaté, propôs idêntico posicionamento para a Formação Itaquaquecetuba em relação às unidades encontradas nessa bacia. (BEDANI & SAAD, 2009, p.366).

SEDIMENTOS ALUVIAIS DO QUATERNÁRIO

Os depósitos quaternários ou coberturas neocenozóicas abrangem um conjunto de depósitos coluvio-aluvionares de pequena espessura e distribuição relativamente restrita, de idade provavelmente pleistocênica ou mais recente (holocênico).

> Segundo Melo *et al* (1987) os depósitos pleistocênicos compreendem predominantemente colúvios argilo-arenosos, com lentes mais argilosas ou conglomeráticas, ocasionalmente exibindo madeira fóssil, e aluviões subordinados constituídos por conglomerados basais sobrepostos por areias grossas e conglomeráticas com estratificações cruzadas, gradando para areias finas e médias, com porções de argilas arenosas, podendo ocorrer também fragmentos de madeira fóssil nesses dois últimos pacotes. (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p.32)

Já os depósitos holocênicos correspondem a coluviões e aluviões em várzeas e baixos terraços, cujas espessuras raramente ultrapassam 10 m. É comum a presença de cascalheiras com seixos arredondados de quartzo e quartzitos (*stone lines)* separando os depósitos coluviais das rochas do embasamento cristalino ou de sedimentos terciários, também comuns nas bases dos terraços fluviais. (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992)

> O conjunto de dados disponíveis para os sedimentos da área geográfica da Bacia de São Paulo e arredores (MELO *et al* 1987; SUGUIO *et al* 1987; RICCOMINI *et al.* 1989; TAKIYA & YBERT, no prelo) apontam para uma fase de clima mais seco do que o atual entre 52.000 e 18.000 A.P., responsável pelo intenso coluvionamento; formação das linhas de seixos (*stone lines)* entre 20.000 e 5.000 A. P., mais provavelmente entre 18.000 e 13.000 A.P.; períodos de seca há 6.000, 4.000, 2.000 A.P. (SERVANT *et al* 1989) 1.000 e 300 A.P (RICCOMINI *et al,* 1991a), aos quais estariam relacionados episódios de ajustamento de drenagens. Os períodos mais úmidos permitiram, localmente, o desenvolvimento de sistema fluvial meandrante, como há cerca de 5.220 A.P., nos arredores de Itaquaquecetuba e, talvez, mais para leste, na região de Jundiapeba. (RICCOMINI, COIMBRA & TAKIYA, 1992, p.33)

Riccomini, Coimbra e Takiya (1992) apontam a presença de sedimentos argilosos, ricos em matéria orgânica (turfa), de coloração preta, localmente preta acinzentada ou preta esverdeada, em testemunhos rasos, com profundidade de até 8,78 m. Tal observação já havia sido feita por Ab'Saber (1957).

4.2 SOLOS

De maneira geral admite-se na Bacia Sedimentar de São Paulo, litologia constituída basicamente por argilas, areias e lentes de conglomerados, com solos tipo Latossolo amarelo e Latossolo Vermelho; enquanto para as áreas do embasamento cristalino, predominam solos do tipo Argissolos vermelho-amarelo e Cambissolos. (ROSS & MOROZ, 1997)

Lima (1990) aponta algumas características dos solos, em função dos tipos de rochas cristalinas presentes nos arredores da Bacia Sedimentar de São Paulo, conforme segue:

- ***Granitos***: Constituídos por micas, feldspatos e quartzo, produzem materiais de alteração de textura argilo-arenosas, de grande homogeneidade estrutural (horizonte C), espessuras variáveis, associados ao solo Argissolo vermelho-amarelo;

- ***Gnaisses***: Os materiais de alteração resultantes apresentam, geralmente, micas isorientadas e textura mais friável e mais micácea que o granito. Ocorrem preferencialmente a sudoeste da Região Metropolitana;

- *Xistos Micáceos:* Resultam em solos com espesso manto de alteração e granulação fina a média; e,

- *Xistos quartzosos:* São arenosos, com estruturação foliada e apresentam espessos mantos de alteração.

A autora refere-se ainda aos filitos e anfibolitos, menos expressivos em área e mais restritos à área da escarpa da Serra do Mar. Quanto aos migmatitos, ressalta a grande heterogeneidade macroestrutural do horizonte C, formado pela intemperização da rocha. (LIMA, 1990, p.28)

Nogami (1992), a partir de estudos de engenharia geológica, identifica quatro grupamentos de materiais superficiais naturais para a área da Região Metropolitana de São Paulo, descritos a seguir:

- ***Argila porosa vermelha:*** Constitui a camada superficial pedogenética, associada, sobretudo, aos sedimentos da Formação São Paulo. Tal camada, freqüentemente alcança mais de 3 metros de espessura. Apresenta indícios de laterização, o que pressupõe boas condições de drenagem e explica sua maior ocorrência e maior espessura em porções topograficamente mais elevadas, como nos topos do Espigão Central;

- *Solos saprolíticos:* Esses solos resultam da intemperização *"in situ"* de rochas cristalinas como granitos, gnaisses, micaxistos e filitos. Em condições naturais, encontram-se subjacentes aos sedimentos da Formação São Paulo, aos depósitos aluvionares, ou ainda a uma delgada camada pedogenética superficial, areno-argilosa com variados graus de laterização. Essas camadas superficiais apresentam propriedades similares às argilas vermelhas porosas, embora sejam menos espessas e com maior variabilidade no sentido vertical, e apresentem maior porcentagem de areias e porosidade menos desenvolvida. As camadas de solos saprolíticos, bastante heterogêneas, podem apresentar espessuras de várias dezenas de metros;

- *Sedimentos da Formação São Paulo (Solos variegados):* Esses sedimentos constituem camadas planas horizontais, de granulometria predominantemente argilosa, embora também apresentem camadas arenosas intercaladas ou na base do pacote; e,

- *Aluviões e associados:* Correspondem aos sedimentos das planícies aluviais e terraços, constituídos basicamente por camadas de argilas e areias. Nessas áreas, onde o lençol freático encontra-se bem próximo à superfície ou aflorante, ocorrem espessas camadas de argilas orgânicas moles.

4.3 GEOMORFOLOGIA

4.3.1 Compartimentação Geomorfológica Regional

A primeira subdivisão do relevo paulista, elaborada por Moraes Rego (1932), distinguiu grandes unidades fisiográficas, tais como o Planalto Ocidental, a Depressão Periférica, o Vale do Paraíba, as terras altas da região de São Paulo, e as serras a norte e oeste da capital. Em seguida, Deffontaines (1935) apresentou outra proposta de divisão regional, onde distinguiu o Litoral, o Alto da Serra, o Vale do Médio Paraíba, a região de Campos de Jordão, a Mantiqueira, as Serras Graníticas do Norte, a Zona Cristalina à volta de São Paulo, a Depressão Periférica Permiana, e a Zona dos Arenitos e Derrames Basálticos. (IPT, 1981).

Observa-se que, em ambas, a Bacia Sedimentar de São Paulo não foi individualizada, embora Deffontaines (1935) tenha admitido diferenças ao propor a unidade "Zona Cristalina à volta de São Paulo".

Em 1949, Pierre Mombeig, como relator da Associação dos Geógrafos Brasileiros, apresentou uma nova divisão do território paulista, baseada no critério de divisão geográfica em *regiões, sub-regiões* e *zonas,* proposto pelo Conselho Nacional de Geografia. De acordo com esse critério, as *regiões* correspondem às vastas unidades fisiográficas; as *sub-regiões* são delimitadas em função da paisagem geográfica; e as *zonas,* de acordo com as características sócio-econômicas. Portanto, embora o relevo e a geologia tenham sido considerados para a delimitação das *regiões*; as divisões em *sub-regiões* e *zonas* foram definidas de acordo com limites artificiais, estabelecidos em bases geográficas, mas não geomorfológicas. (ALMEIDA, 1964)

Nessa proposta de compartimentação elaborada por Mombeig (1949), surge pela primeira vez a designação "Planalto Atlântico" como uma das quatro *regiões* fisiográficas.[32]

[32] Além do Planalto Atlântico, no qual agruparam-se os relevos das áreas cristalinas, a divisão de MOMBEIG (1949) apresenta outras três *Regiões*: Litoral, Depressão Periférica e Planalto Ocidental.

Reconhecendo a presença de vários compartimentos diferenciados dentro do "Planalto Atlântico", essa *região* foi sub-dividida em três *sub-regiões*: 1) *sub-região* serrana; 2) *sub-região* da planície do Paraíba; e, 3) a *sub-região* da Mantiqueira. Por sua vez, essas *sub-regiões* foram divididas em *zonas*. Assim, por exemplo, a *sub-região* serrana, foi dividida em quatro *zonas*: a) zona da Bocaína; b) zona do Alto Paraíba; c) zona de São Paulo; e, d) zona da Serra de Paranapiacaba.

Segundo Ab'Saber (1956)

> Lembramos que esta classificação pôde prescindir do critério mais largo previamente estabelecido, porque na realidade aquilo que se designou por *zonas*, no caso particular da sub-região serrana coincidia com uma série de pequeninas unidades geomórficas de fácil identificação e delimitação. Aliás, lembramos que a única região paulista onde as sub-regiões e zonas podem corresponder a legítimas *unidades geomórficas*, de proporções menores, é a região do Planalto Atlântico.(p.62)

A respeito da nítida diferenciação que apresenta o compartimento onde se localiza a cidade de São Paulo e parte de sua região metropolitana, em relação às demais áreas do Planalto Atlântico, Ab'Saber (1957) observa:

> Exatamente no entroncamento entre os quadros de relevo serrano do Alto Paraíba e as áreas de maciços altamente desgastados da Serra de Paranapiacaba, destaca-se sobremaneira, o compartimento de relevo no qual se estende a bacia sedimentar paulistana, domínio extensivo das cotas hipsométricas de 800 m.
> Espremida entre as áreas de relevo relativamente acidentado do Planalto Atlântico e colocada em posição de patamar de relevo suave, em relação à gigantesca ruptura de declividade da Serra do Mar, a região de São Paulo se comporta como um compartimento especial das terras altas do sudeste do Brasil.
> [...]
> Distingue-se, portanto, a região de São Paulo, como pequeno compartimento de relevo e pequena unidade geomórfica, tanto dos maciços e cristas da série de São Roque (850-1275 m), como dos contrafortes ocidentais da Mantiqueira (1000-1800 m), das regiões serranas do Alto Paraíba (750-1100 m), das cabeceiras do Tietê (850-950), como, enfim, das áreas pouco rejuvenescidas da Serra de Paranapiacaba (850-1050). Por alguns traços de sua morfologia e estrutura, possui feições familiares com as colinas da bacia sedimentar do médio vale superior do Paraíba, muito embora, por sua posição geográfica, forma da bacia e gênese de seus terrenos, guarde diferenças de variada natureza. (p.63-64)

Diante de tais considerações, o autor propõe denominar a referida área como "região de São Paulo", fazendo alusão a áreas individualizadas na Geografia Brasileira, tais como

Recôncavo Baiano, região da Guanabara, região do Médio Vale Superior do Paraíba, ou a Baixada do Ribeira de Iguape.

> Trata-se de pequenos quadros regionais típicos que formam compartimentos fisiográficos distintos no meio das grandes extensões das terras pouco diferenciadas e monótonas que caracterizam a maior parte do território brasileiro. Inegavelmente, essas pequeninas regiões de fácil individualização fisiográfica, possuem uma ordem de grandeza diminuta quando comparadas aos extensos tratos de terras que até há bem pouco tempo eram tomados como regiões geográficas do Brasil. Se pudéssemos nomear o grau de sua ordem de grandeza, diríamos que se trataria de unidades geomórficas de terceira ordem, não muito comuns no território brasileiro. (AB'SABER, 1957, p. 64)

O autor deixa bastante claro que, ao adotar a denominação "região de São Paulo", preteriu outras denominações como *zona de São Paulo*, *Bacia de São Paulo* e esclarece que emprega, na obra referida, o termo "Bacia de São Paulo", apenas em sua acepção geológica. No entanto, em 1958, Ab'Saber e Bernardes delimitaram as zonas geomorfológicas da região de São Paulo e da Bacia do Rio Paraíba. Subdividiram o Planalto Atlântico e o Litoral em várias zonas morfológicas tais como: Planalto de Campos do Jordão, Zona Serrana, Encosta da Serra da Mantiqueira, Médio Vale Superior do Paraíba, Alto Vale do Paraíba, Planalto da Bocaina, Encosta da Serra do Mar, Baixada Santista, Alto Tietê, Bacia de São Paulo e Alto Tietê, e Serras e Maciços Granito-Xistosos.

> Muito embora pertença, sob o ponto de vista geológico, ao quadro de terrenos criptozóicos do escudo Austro-Brasília, a região de São Paulo tem a singularidade de possuir uma pequena e pouco espessa bacia sedimentar flúvio-lacustre pliocênica, entalhada na forma de colinas tabulares suavizadas. [...] Foi, sem dúvida, a existência dessa pequena bacia pliocênica, alojada no dorso do embasamento cristalino regional, que veio criar o relevo pouco movimentado e homogêneo do sistema de colinas que servem de sítio urbano para a Metrópole paulistana. (AB'SABER, 1957, p. 67)

Almeida (1964) elaborou outra proposta de divisão geomorfológica do estado de São Paulo que, parcialmente, coincide com a proposta de Ab'Saber & Bernardes (1958). No entanto, as distintas zonas que Ab'Saber & Bernardes (op cit) denominaram Bacia de São Paulo e Alto Tietê, na proposta de Almeida, foram agrupadas sob a denominação de Planalto Paulistano.

O referido autor dividiu o relevo paulista em *Províncias* (Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental) que, em suas palavras, "aproximadamente correspondem às grandes divisões de sua geologia" (ALMEIDA, 1964, p.19). Tais províncias foram subdivididas em *zonas*, de acordo com as feições locais de relevo (altitude, amplitude, orientação das formas topográficas, extensão das superfícies de erosão antigas, processos de erosão e sedimentação etc.). Assim, a *Província* Planalto Atlântico foi subdividida em 11 *zonas*, dentre as quais o Planalto Paulistano. Algumas foram ainda divididas em *sub-zonas*, "quando diversidades estruturais ou morfológicas o recomendaram" (p. 21). No entanto, o Planalto Paulistano não apresenta sub-zonas, ou seja, a Bacia Sedimentar de São Paulo não é individualizada.

Já o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), embora adote as delimitações de *Províncias*, *Zonas* e *Sub-zonas* de Almeida (1964), apresenta o Planalto Paulistano subdivido em duas *sub-zonas*: Morraria de Embu e Colinas de São Paulo.

Ross & Moroz (1997), ao elaborarem o Mapa Geomorfológico de São Paulo, baseados nos conceitos de morfoestruturas e morfoesculturas, consideraram que

> [...] cada unidade geomorfológica de grande dimensão se distingue no cenário paisagístico, pelas suas dominâncias de características fisionômicas (morfologias que guardam semelhanças entre si), aspectos da natureza genética e idade, constituem-se em uma unidade morfoescultural, fruto da atuação ao longo do tempo de condições climáticas diversas desgastando uma determinada estrutura. (p. 17)

De acordo com essa orientação, o mapa apresenta a área correspondente à Bacia Sedimentar de São Paulo, como sendo uma *"Unidade Morfoestrutural"* individualizada (Bacias Sedimentares Cenozóicas), embora "embutida" em outra *Unidade Morfoestrutural* (Cinturão Orogênico do Atlântico). Assim, considerou como *"Unidade Morfoescultural"* o Planalto de São Paulo. Também as Planícies Fluviais, embora presentes (embutidas) também em áreas das demais *Unidades Morfoestruturais*, são consideradas morfoestruturas diferenciadas.

Essas unidades genericamente denominadas *Unidades Morfoestruturais Bacias Sedimentares Cenozóicas*, que compreendem tanto bacias sedimentares terciárias quanto planícies litorâneas e fluviais, no estado de São Paulo aparecem "embutidas" em praticamente em todas as demais unidades morfoestruturais.

> A ocorrência de áreas descontínuas preenchidas por sedimentos continentais e costeiros cenozóicos é uma feição marcante na geologia da parte leste do estado de São Paulo. Os fatores associados à gênese de tais acumulações são na verdade mais abrangentes, já que afetaram toda a região sudeste e parte da região sul do país. (LIMA, MELO & COIMBRA, 1991 apud ROSS & MOROZ, 1997, p. 49)

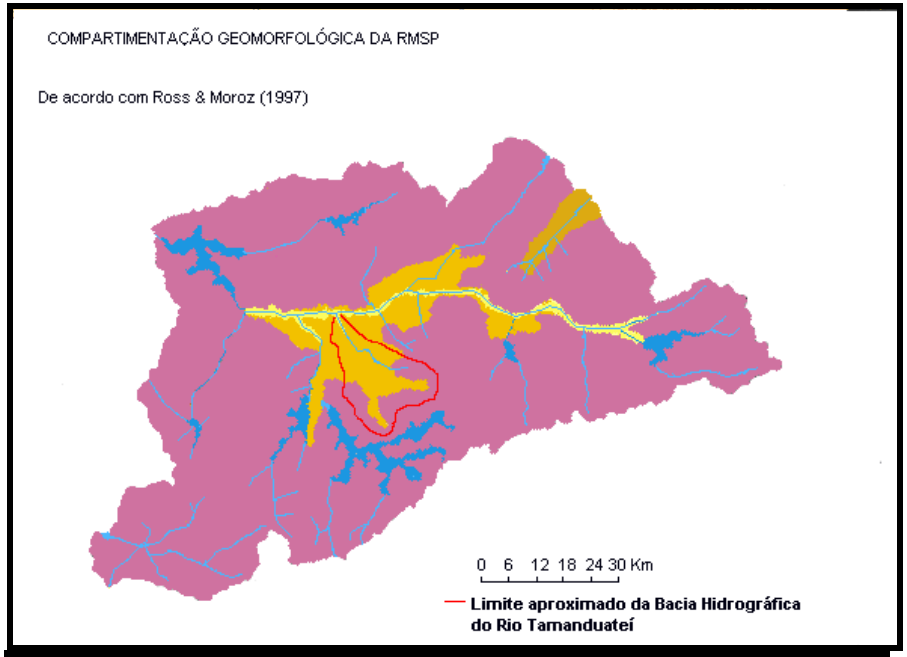
Essa definição é bastante coerente, uma vez que as características morfológicas específicas da unidade morfoescultural Planalto de São Paulo, bastante diferenciadas das áreas adjacentes (como observado e salientado anteriormente por Ab'Saber), bem como sua idade, não correspondem com aquelas verificadas no Planalto Paulistano. Embora sua gênese esteja obviamente associada à Morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico, o processo de esculturação não se associa a essa estrutura (embasamento cristalino) e sim à Bacia Sedimentar ali sobreposta.

Ab'Saber & Bernardes (1958)		Almeida (1964)			IPT (1981)			Ross & Moroz (1997)	
Unidade	Sub-Unidades	Províncias Geomórficas	Zona	Sub-zonas	Província Morfoestrutural	Zona	Sub-zonas	Unidade Morfoestrutural	Unidade Morfoescultural
Planalto Atlântico	Alto Tietê	Planalto Atlântico	Planalto Paulistano	Não há	Planalto Atlântico	Planalto Paulistano	Morraria de Embu	Planalto Atlântico (Cinturão Orogênico do Atlântico)	Planalto Paulistano/ Alto Tietê
	Bacia de São Paulo						Colinas de São Paulo	Bacia Sedimentar de São Paulo (Bacias Sedimentares Cenozóicas)	Planalto de São Paulo

Tabela 5 Compartimentação geomorfológica da área de estudos, segundo cada proposta para o relevo do Estado de São Paulo.
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

1º Táxon UNIDADES MORFOESTRUTURAIS	2º Táxon UNIDADES MORFOESCULTURAIS	
CINTURÃO OROGÊNICO DO ATLÂNTICO	PLANALTO ATLÂNTICO	Planalto e Serra da Mantiqueira
		Planalto e Serra da Bocaina
		Planalto de Paraitinga/Paraibuna
		Planalto de Ibiúna/São Roque
		Planalto de Jundiaí
		Planalto de Serra Negra/Lindóia
		Planalto Paulistano/Alto Tietê
		Planalto do Alto Rio Grande
		Planalto do Ribeira/Turvo
		Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos
		Planalto do Guapiara
		Planalto do Médio Vale do Paraíba
BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ	PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA	Planalto Centro Ocidental
		Planalto em Patamares Estruturais de Ribeirão Preto
		Planaltos Residuais de Franca/Batatais
		Planalto Residual de São Carlos
		Planalto Residual de Botucatu
		Planalto Residual de Marília
	DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA	Depressão Moji-Guaçu
		Depressão Médio Tietê
		Depressão Paranapanema
BACIAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS/DEPRESSÕES TECTÔNICAS	PLANALTO DE SÃO PAULO	
	DEPRESSÃO DO MÉDIO PARAÍBA	
	DEPRESSÃO DO BAIXO RIBEIRA	
	PLANÍCIES LITORÂNEAS	Iguape/Cananéia
		Praia Grande/Peruíbe
		Santista
		Bertioga
		Litoral Norte
	PLANÍCIES FLUVIAIS	Rio Paraná
		Pequenas Planícies Fluviais

Tabela 6 Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, segundo Ross & Moroz (1997)
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.



UNIDADES MORFOESTRUTURAIS	UNIDADES MORFOESCULTURAIS
Cinturão Orogênico do Atlântico	Planalto Paulistano (Planalto Atlântico)
Bacias Sedimentares Cenozóicas	Planalto de São Paulo
	Depressão do Médio Paraíba
	Planícies Fluviais

Figura 3 Compartimentação Geomorfológica da Região Metropolitana de São Paulo
Fonte: Adaptado de Ross & Moroz (1997)
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Segundo Abreu (1986), a Região Metropolitana de São Paulo "abarca, esquematicamente, dois conjuntos de setores bastante diferenciados: o da Bacia Sedimentar de São Paulo e o de seu rebordo granítico-gnaíssico, desfeito em um sistema de blocos escalonados e adernados." (p.48)

Ainda segundo o autor,

> Blocos basculados do rebordo cristalino e a Bacia sedimentar encontram-se, portanto, estreitamente associados na gênese dos atuais conjuntos de formas de relevo, pois a movimentação dos primeiros implicou no aparecimento da sedimentação que originou a bacia. Deve-se registrar, todavia, que embora tafrogênica, a Bacia Sedimentar de São Paulo não se enquadra na categoria de uma simples fossa, limitada por falhas paralelas, parecendo corresponder mais a um conjunto de áreas deprimidas, entre blocos e cunhas basculadas em degraus por um sistema de falhas antigas complexamente reativadas. (p. 48)

Resgatando algumas observações apresentadas anteriormente, Ab'Saber (1957), ao propor a denominação "*Região de São Paulo"*, embora considerando a unidade como de pequena ordem de grandeza, colocou-a no mesmo patamar taxonômico do Planalto Atlântico, do Litoral (ou Planície Costeira), da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental, uma vez que esses compartimentos eram denominados *Regiões*, na proposta de Mombeig (1949). Dessa constatação, surge um questionamento: Por que Ab'Saber, em 1957, adotou a denominação *Região de São Paulo*, que aparentemente a diferencia e separa do Planalto Atlântico e, em 1958, o mesmo autor (AB'SABER & BERNARDES, 1958) emprega a denominação *"Bacia de São Paulo"* como uma subdivisão (zona morfológica) do Planalto Atlântico ?

Diante dessas considerações, optou-se pela adoção da compartimentação regional proposta por Ross & Moroz (1997) pois, segundo o entendimento desta autora, o compartimento referente à Bacia Sedimentar de São Paulo deve ser individualizado, já que difere do Planalto Atlântico, quanto às suas formas, materiais superficiais, processos, gênese e idade.

De acordo com Ross & Moroz (1997), a parte superior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (Mauá, Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, São Caetano do Sul, e sul do município de São Paulo), está inserida na morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico ou Planalto Atlântico, na unidade morfoescultural Planalto Paulistano. Segundo Ross (1985),

> Os Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste, que associam-se ao Geossinclíneo Atlantis é o que apresenta maior grau de complexidade. Sua gênese vincula-se a vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões. As diversas fases orogenéticas do pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão. O processo epirogenético pós-Cretáceo que perdurou pelo menos até o terciário Médio gerou o soerguimento da Plataforma Sul americana, reativou falhamentos antigos, e produziu escarpas acentuadas como as da Serra da Mantiqueira, do Mar e fossa tectônicas como as do Médio Vale do Paraíba do Sul. [...]
> O modelado dominante do Planalto Atlântico constitui-se por formas de topos convexos, elevada densidade de canais de drenagem e vales profundos. É a área do 'Domínio dos Mares de Morros' definidos por Ab'Saber (1970). (p. 33-34)

No Planalto Paulistano predominam formas de relevo denudacionais, cujos modelados constituem-se basicamente em morros médios e altos, de dissecação média, com topos convexos. As altimetrias predominantes situam-se entre 800 a 1.000 m. A litologia é basicamente constituída por migmatitos, granitos, micaxistos e gnaisses. As drenagens apresentam um padrão dendrítico, com densidades entre média e alta, com vales entalhados. (ROSS & MOROZ, 1997).

Subtraídas essas áreas de morros cristalinos, o restante da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí insere-se em uma das unidades morfoestruturais, denominadas por Ross & Moroz (1997), como "Bacias Sedimentares Cenozóicas". Assim, de acordo com a essa divisão, este setor da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí abrange a morfoescultura denominada Planalto de São Paulo, relativa à morfoestrutura Bacia Sedimentar de São Paulo.

Segundo Ross & Moroz (op cit), nessa unidade predominam formas de relevo denudacionais, cujos modelados constituem-se basicamente por colinas e patamares aplanados, destacando-se vales com cabeceiras bastante entalhadas, enquanto que nos

patamares apresenta entalhamento pequeno. As altimetrias predominantes situam-se entre 700 a 800 metros, sendo que os patamares aplanados encontram-se em altitudes em torno de 740 metros, enquanto as colinas atingem de 760 a 800 metros. A litologia desta unidade constitui-se basicamente por argilas, areias e lentes de conglomerados.

> No caso das morfoesculturas do Planalto de São Paulo e Depressão do Médio Paraíba, '*... o principal fator associado à sedimentação é sem dúvida a tectônica... Apresentam forma de grabens e semigrabens com preenchimento continental (fluvial e lacustre) de idade paleógena e neógena. Os processos tectônicos formadores associam-se com reflexos tardios dos processos continentais que determinaram a abertura do Atlântico Sul (a partir do mesozóico) e subseqüentes deslocamentos da placa Sul-americana. Foram particularmente ativos durante o paleogeno, sendo retomados em pulsos sucessivamente atenuados ao longo do Neogeno e Quaternário'* . (LIMA, MELO & COIMBRA, 1991 apud ROSS & MOROZ, 1997, p. 49)

Através dessa bacia sedimentar, correm as águas do rio Tietê e de alguns de seus afluentes ao longo dos quais, alojam-se planícies fluviais, que incluem as planícies de inundação e pequenos terraços fluviais.

As planícies de inundação dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí situam-se entre 720 a 730 metros de altitude. São terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial quaternária, geradas por processos de agradação. A elas associam-se os terraços fluviais, que consistem em áreas planas ou levemente inclinadas, poucos metros mais elevadas que as planícies de inundação. (ROSS & MOROZ, 1997)

Rodrigues & Batista (BATISTA, 2003; RODRIGUES, 2004) integraram cartograficamente, em escala 1:100.000, os estudos de Ab'Saber (1957), de Almeida (1953) e Carta Geológica da RMSP, publicado pela EMPLASA (1980). A partir de sistematização e integração, delimitaram as principais unidades geomorfológicas (morfologia original) da Região Metropolitana de São Paulo. Assim, o mapa representa as seguintes unidades geomorfológicas: Morros do embasamento pré-Cambriano, as serras graníticas, as regiões escarpadas (escarpa de falha da Serra do Mar) e, nos terrenos sedimentares, as planícies fluviais meandricas, os baixos terraços fluviais e as colinas sedimentares do Terciário. **(Fig. 4)**

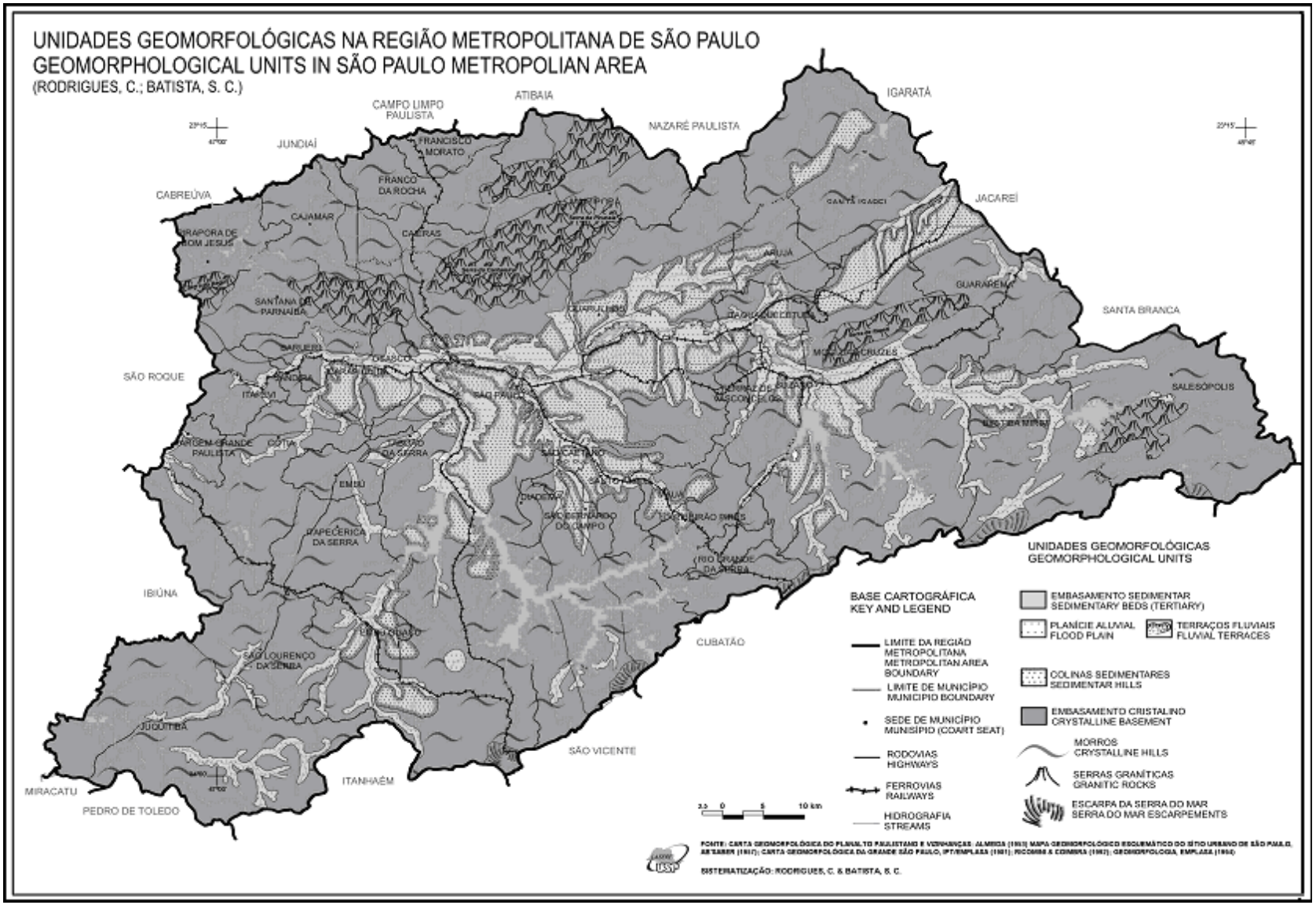


Figura 4 Unidades Geomorfológicas da Região Metropolitana de São Paulo
Fonte: Rodrigues (2004)

4.3.2 Unidades Morfológicas identificadas por Ab'Saber (1957)

Ab'Saber (1957) em seu "Esboço Geomorfológico do Sítio Urbano de São Paulo" **(Fig. 5)** identifica dois distintos compartimentos geomorfológicos: Bacia Sedimentar de São Paulo (Terciário/Quaternário) e o Embasamento Cristalino (Pré-Cambriano). Esses compartimentos, por sua vez, foram subdivididos em unidades menores ou "elementos topográficos", segundo denominação do autor. No referido mapa, aparecem os seguintes elementos, na Bacia Sedimentar de São Paulo: Espigão Central, Altas Colinas e Espigões Secundários, Patamares de nível intermediário, Baixos Terraços Fluviais, e Planícies Aluviais. No Embasamento Cristalino, o autor distinguiu duas unidades: Principais Divisores Interfluviais e Divisores Interfluviais Secundários.

Já no texto de sua obra "Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo", Ab'Saber (1957) apresenta a compartimentação morfológica da área, de forma diferenciada.

De qualquer modo, apresentam-se a seguir, as descrições dos "elementos topográficos", conforme o texto – e não o mapa. Todos os elementos descritos podem ser identificados na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

- Espigão Central das colinas paulistanas:

Corresponde à plataforma interfluvial dos sistemas de colinas da Bacia Sedimentar de São Paulo. Esse elemento geomorfológico, estreito (100 a 500m. de largura) e alongado (aproximadamente 13 km), de topo aplanado, cuja altitude varia de 790 a 830m e as declividades não ultrapassam 20%, estende-se, de S para N e, a partir do bairro do Paraíso, de NE para NW, continuamente desde o Jabaquara até as colinas do Sumaré, onde sua continuidade se desfaz em altas colinas de topo ondulado, apenas interligadas por colos.

Do Jabaquara até a porção central da Avenida Paulista, o espigão corresponde ao divisor de águas dos afluentes da margem direita do Rio Pinheiros e de pequenos tributários

do rio Tamanduateí (Ipiranga, Cambuci, Anhangabaú, Saracura Grande e Saracura Pequeno). A partir desse ponto, ela passa a ser, diretamente, o divisor entre os rios Pinheiros e Tietê.

Ab'Saber (1957) acrescenta ainda observações a respeito da ocorrência de solos argilo-arenosos finos, de cor vermelha, nos topos do Espigão Central e em seus rebordos mais suaves. Segundo o autor, trata-se de uma alteração local e superficial dos estratos terciários, ou seja, "um verdadeiro e espesso horizonte pedogênico". Esse horizonte foi denominado pelo IPT, em 1950, como "zona de argila vermelha porosa"[33].

- Altas colinas dos rebordos do Espigão Central:

Segundo Ab'Saber (op cit), os rebordos e terminações laterais do Espigão Central ora configuram-se em rampas suaves, em patamares escalonados; ora em "formas de relevo mais vigorosas, mormente nas raízes de vales situadas em zonas de maior resistência litológica e estrutural" (p.111). De acordo com o autor, tais cenários se devem aos diferentes graus de resistência das camadas sedimentares. Nas áreas correspondentes às camadas de arenito ou crostas limoníticas, por exemplo, mais resistentes, "as minúsculas e bem marcadas bacias de recepção dos afluentes do Tietê, retalharam os rebordos, esculpindo esporões laterais e altas colinas, em processo inicial de isolamento em relação aos estreitos esporões que se vinculam ao divisor principal." (AB'SABER, 1957, p. 117)

Um exemplo citado pelo autor é o morro da Aclimação, que corresponde a um antigo esporão do Espigão Central, em fase inicial de isolamento em função da dissecação ativa provocada pelas bacias de recepção dos vales dos riachos da Aclimação e Cambuci.

Assim, quando as camadas sedimentares apresentam maior resistência à erosão, o entalhamento vertical predomina sobre o lateral, na evolução das vertentes locais.

---

[33] Pichler, E. Estudo regional dos solos de São Paulo. Ver. Politécnica, ano 46, nº 156, fev. de 1950, p. 9-13, São Paulo, 1950.

Diferentemente da vertente do rio Tietê, na vertente do Pinheiros, embora também se apresentem "algumas colinas em vias de isolamento próximo de antigos esporões contínuos, não se observa um festonamento pronunciado dos altos rebordos do Espigão Central." (AB'SABER, op cit, p. 117)

> Os afluentes do Tietê foram mais ativos no entalhamento vertical do que entalhamento lateral, ao passo que os afluentes do Pinheiros esculpiram formas mais homogêneas, conseguindo equilibrar o entalhamento dos talvegues com os processos de alargamento das vertentes dos espigões secundários. Cumpre notar que a capacidade de erosão regressiva dos afluentes do Tietê (tais como o Anhangabaú, o Saracura, o Pacaembu e o Água Branca) é muito maior do que a potência de expansão remontante das pequeninas redes hidrográficas dos afluentes do Pinheiros. (AB'SABER, op cit, p. 118)

- Patamares e rampas dos espigões secundários vinculados ao Espigão Central:

De acordo com Ab'Saber (1958), os fatores responsáveis pelas diferenças observadas nas vertentes dos vales dos rios Pinheiros e Tietê, em relação aos rebordos do Espigão Central, também condicionaram dissimetrias, em relação aos patamares e rampas.

Na vertente do Tietê, numa área contígua à parte central da cidade de São Paulo, Ab'Saber (op cit) identificou, entre cotas de 750 e 800 m., dois ou três níveis de patamares. Na vertente do rio Pinheiros, tais patamares são menos característicos.

Segundo o autor, à medida que se encontram em níveis altimétricos mais baixos e, portanto, mais próximos da calha dos vales principais, os patamares são mais extensos e mais espaçados.

> Os patamares escalonados paralelos aos flancos do Espigão Central, na vertente do Tietê, possuem de 200 a 400 m. de extensão lateral, em média, sendo interrompidos de espaço em espaço pelas cabeceiras dos vales recentes, que os seccionaram. Identicamente, a extensão no sentido do eixo dos espigões secundários varia de 200 a 400-500 m, com interrupções, por meio de degraus e rampas de rupturas de declive não muito acentuadas. (AB'SABER, op cit, p. 123)

- As colinas tabulares de nível intermediário principal:

Segundo Ab'Saber (1957) o nível intermediário, situado entre 745-750 m. apresenta-se bem definido no quadro do relevo da Bacia Sedimentar de São Paulo. Trata-se de amplas

colinas e patamares de colinas, de "dorso tabular ou ondulado, dissecados por uma rede não muito densa de pequenos afluentes paralelos dos rios principais." (AB'SABER, op cit, p.124)

Ainda segundo o autor, embora presentes tanto na vertente do rio Tietê quanto na vertente do rio Pinheiros, tais feições apresentam diferenças morfológicas em função de diferenças de estrutura, litologia, e potencial de erosão vertical dos sub-afluentes.

- Baixas colinas terraceadas:

Ab'Saber (1957) destaca ainda as baixas colinas terraceadas, que definiu como "reduzidos e descontínuos baixos 'strath terraces', existentes em áreas contínuas aos terraços fluviais típicos ou *'fill terraces'*" (p.135). Trata-se de pequenas colinas, de declividades suaves, situadas entre 730-735 m. de altitude, "com estrutura dominante de camadas pliocênicas, em oposição aos terraços típicos, constituídos de aluviões e cascalheiros referenciáveis ao pleistoceno." (p. 137)

Na vertente do rio Tietê, o autor cita como exemplo de áreas de ocorrência dessas feições, a zona de transição entre os terraços do Brás e da Mooca e as colinas do Belenzinho e Alto do Pari. No entanto, ainda segundo o autor, essas feições são mais características e comuns na vertente direita do Pinheiros, nas áreas de transição entre as colinas tabulares intermediárias e os primeiros trechos dos terraços e planícies da calha principal do vale, embora se apresentem menores e mais descontínuas.

- Terraços fluviais de baixadas relativamente enxutas:

Tratam-se das plataformas aluviais que se apresentam de forma descontínua, 3 a 7 m. acima das planícies de inundação, nas planícies fluviais dos principais cursos d'água da área. São depósitos constituídos basicamente por materiais aluviais arenosos ou argilo-arenosos e que apresentam, "invariavelmente, um ou mais horizontes de seixos de quartzo e de quartzito, pequenos e médios, parte rolados, parte fragmentários." (AB'SABER, 1957,

p.140). Os terraços fluviais podem apresentar rebordos com terminação em rampas suaves ou em pequenos taludes.

Segundo Ab'Saber (1957), na área urbana de São Paulo, "a maior extensão de terraços fluviais típicos verifica-se no Brás, no Pari, no Canindé e na parte baixa da Mooca, zona de deposição preferencial, situada na área de confluência entre o Tamanduateí e o Tietê." (p.143)

- Planícies Aluviais do Tietê, Pinheiros e seus afluentes:

Além das planícies aluviais dos rios Tietê e Pinheiros, Ab'Saber (1957) destacou que

> Dentro do sítio urbano da cidade, apenas o rio Tamanduateí, apresenta planícies aluviais passíveis de serem comparadas com as dos rios principais. Pode-se dizer mesmo que suas várzeas (que se alongam de SE para SW, com traçado grosso modo paralelo às do Pinheiros) ocupam, quanto à ordem de grandeza, o terceiro lugar entre as planícies aluviais paulistanas. Prolongam-se de São Caetano ao Pari, através de 16 Km de planícies de 200 a 400 m. de largura, as quais permanecem embutidas entre baixos terraços fluviais pleistocênicos e colinas pliocênicas. (p.148)

.

Ab'Saber (op cit) ressalta ainda que todas as várzeas paulistanas apresentavam cobertura superficial de solo turfoso escuro, bastante espesso (0,75 a 1,5 m). Tais depósitos turfosos holocênicos, muitas vezes recobriam também os terraços fluviais e sopés de colinas, nivelando parcialmente essas áreas e portanto, dificultando a definição dos limites desses compartimentos distintos.

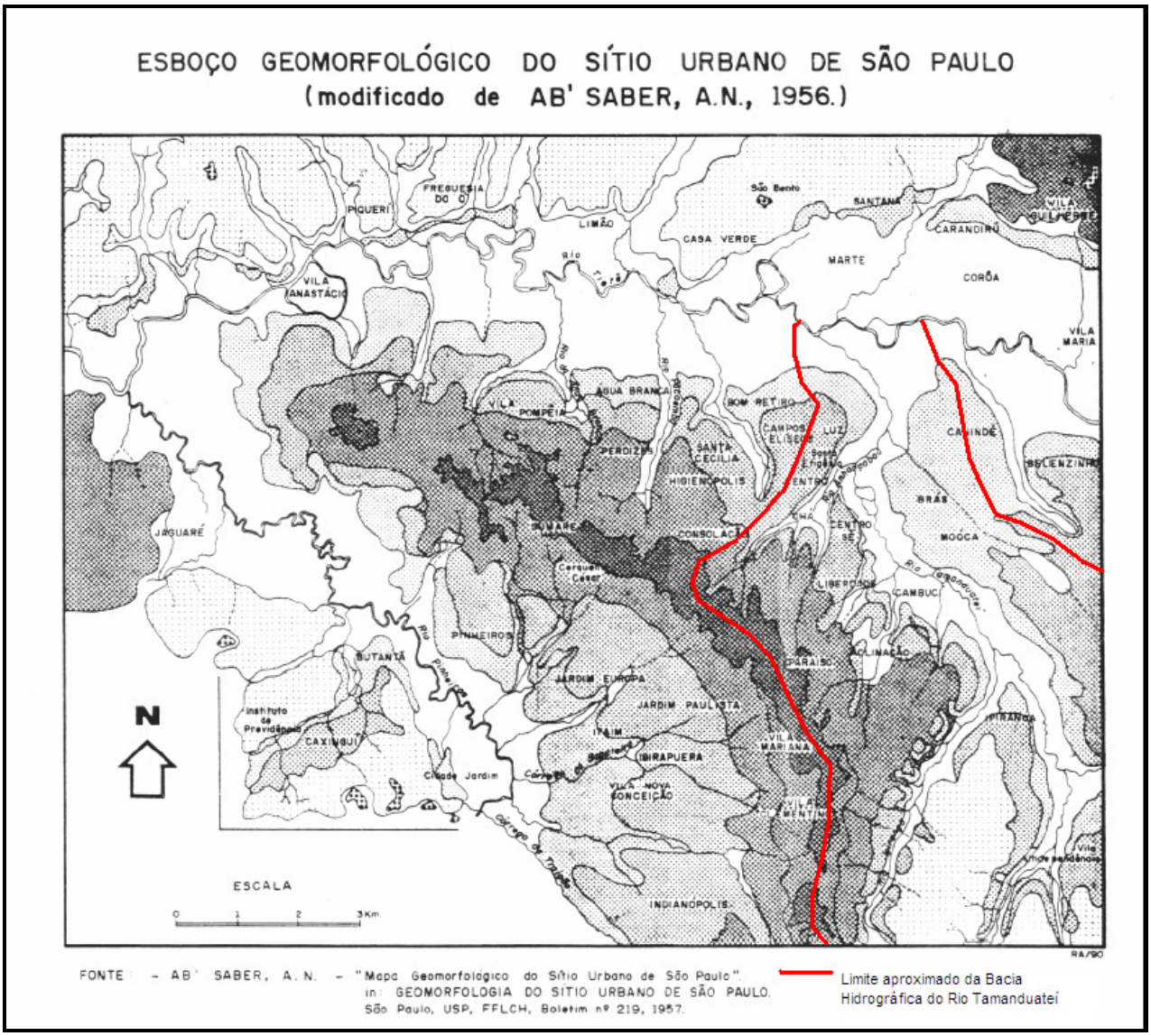
Além dessas unidades, Ab'Saber (op cit) descreve ainda as "colinas e outeiros de além-Tietê", "colinas e outeiros de além-Pinheiros" e "***colinas e terraços de além-Tamanduateí***", sendo que apenas essa última insere-se na área de estudo contemplada por esta pesquisa. De acordo com o autor, as áreas "além-Tamanduateí" caracterizam-se pela presença de planícies, terraços fluviais e colinas, cujas altitudes aumentam suavemente, atingindo as maiores cotas na Vila Prudente e arredores (790-800m).

> Lembramos, finalmente, que o vale do Tamanduateí, em seu trecho médio, separa radicalmente a linha de continuidade do Espigão Central da cidade, em relação ao

> Espigão de Vila Prudente, que se orienta de oeste para leste. Observando-se os mapas topográficos da região de São Paulo, tem-se a impressão ilusória de que antigamente teria havido uma continuidade entre o Espigão de Vila Prudente e o Espigão Central, e que o entroncamento antigo entre as duas extensas plataformas interfluviais se fazia entre as altas colinas de Vila Prudente e as colinas igualmente elevadas do Ipiranga, Aclimação e Paraíso. (AB'SABER,1957, p.185)

Quanto ao trecho superior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, situada em terrenos cristalinos, encontramos em Ab'Saber (op cit), a seguinte descrição:

> As paisagens observáveis imediatamente após a subida da Serra, quer pela Via Anchieta, pela Estrada Velha do Mar, ou pela E. F. Santos-Jundiaí, deixam entrever um relevo de morros e outeiros amorreados, cujos topos estão, em média, de 15 a 40 metros acima do nível das estreitas e achatadas várzeas de pequeninos vales que os sulcam. Tais morros baixos e outeiros amorreados apresentam perfil marcadamente convexo, com traços daquele arredondamento peculiar ao modelado dos terrenos granítico-gnáissicos do Brasil Atlântico. Na realidade, enquanto os pontos mais elevados se encontram entre 770 a 800 metros, na enseladura regional do Alto da Serra, o fundo dos vales locais acham-se a 735 ou 740 metros, no máximo.
> [...]
> É somente após alguns ligeiros e muito dissecados espigões divisores secundários, de granitos e micaxistos (região do morro do Bonilha 850-1050 m.) que se seguem as colinas e espigões tabuliformes da bacia sedimentar de São Paulo . . . Pode-se dizer que o Maciço do Bonilha separa a superfície cristalina esbatida do Alto da Serra, em relação às colinas tabuliformes da bacia sedimentar paulistana. (p.19-20)



LEGENDA

BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO (TERCIÁRIO/QUATERNÁRIO)		Espigão Central – Plataforma Interfluvial Tietê-Pinheiros, esculpido nos sedimentos terciários da Bacia Sedimentar (800-820 m.)
		Altas Colinas e espigões Secundários esculpidos nos sedimentos terciários da Bacia Sedimentar (750-795 m.)
		Patamares de nível intermediário de morfologia plana (745-750 m)
		Baixos Terraços Fluviais dos vales do Pinheiros, Tietê e seus principais afluentes (725-730 m)
		Planícies Aluviais do Tietê-Pinheiros e seus afluentes (níveis médios 720-722 m)
EMBASAMENTO CRISTALINO (PRÉ-CAMBRIANO)		Principais Divisores Interfluviais esculpidos sobre rochas cristalofilianas do Embasamento Cristalino (mais de 800m. de altitude) e secundariamente sobre sedimentos terciários remanescentes.
		Divisores Interfluviais Secundários esculpidos sobre rochas cristalofilianas do Embasamento Cristalino (750-795 m.)

Figura 5 Esboço Geomorfológico do Sítio Urbano de São Paulo
Fonte: Ab'Saber (1957). Legenda organizada por Lima (1990)

4.3.3 Características Morfodinâmicas

Quanto às propriedades morfodinâmicas da área onde se insere a Região Metropolitana de São Paulo, Abreu (1992) aponta algumas características gerais.

Segundo o autor, as diferenças básicas do comportamento morfodinâmico relacionam-se às diferenças das propriedades dos materiais da Bacia Sedimentar de São Paulo e do rebordo granítico-gnáissico da bacia:

> Enquanto na Bacia Sedimentar de São Paulo os sedimentos foram originados em ambientes mais próximos das condições atuais reinantes atualmente na superfície, os materiais constituintes do rebordo granítico-gnáissico da bacia, datando do Pré-cambriano, foram gerados e transformados em condições muito diferentes das atuais, o que lhe confere um grau mais elevado de sensibilidade aos processos de meteorização e remobilização pelas águas de escoamento superficial, aspecto acentuado ainda mais nos trechos fraturados. (ABREU, 1992, p.49)

Diante disso, o autor constata que as formas de relevo originadas na Bacia Sedimentar de São Paulo são menos sensíveis à erosão por escoamento superficial, concentrado ou em lençol, enquanto que os terrenos pré-cambrianos dos rebordos da bacia apresentam grande susceptibilidade à processos erosivos agressivos, principalmente lineares, que culminam em ravinamentos e desestabilização de encostas, gerando solapamentos de blocos e deslizamentos.

Rodriguez (1998), desenvolveu um método de avaliação do potencial para a ocorrência de escorregamentos na Região Metropolitana de São Paulo, a partir do cruzamento de parâmetros geomorfológicos (densidade de drenagem, amplitude e formas de relevo) e parâmetros geológicos (litologia e lineamentos morfoestruturais). Como resultado, o autor aponta que os terrenos sedimentares apresentam Baixa Potencialidade para a ocorrência de escorregamentos, por constituírem-se em colinas de vertentes suaves. Já os terrenos do Complexo Embu foram classificados como “Alta Potencialidade” para a ocorrência de escorregamentos, principalmente devido às litologias xistosas. Já os terrenos assentados em rochas graníticas, por serem rochas resistentes aos processos intempéricos, foram classificados, como de “Baixa a Média Potencialidade”.

Santos & Nakazawa (1992), a partir de análises de perdas de solo em campo e de análises laboratoriais efetuadas em área teste na RMSP, apontam diferenças bastante significativas entre os terrenos sedimentares e cristalinos, no que se refere à suscetibilidade à erosão. As medidas de perdas de solo em campo, comprovaram que:

- os solos superficiais pedologicamente evoluídos, tanto aqueles dos sedimentos terciários como os relativos às rochas cristalinas, assim como os solos de alteração do pacote sedimentar, apresentam baixa suscetibilidade à erosão, especialmente os primeiros;

- os solos de alteração das rochas cristalinas apresentam altíssima suscetibilidade à erosão; e,

- os solos de alteração de rochas cristalinas são de 6 a 20 vezes mais erodíveis que os solos superficiais e os solos de alteração dos sedimentos terciários.

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos nas análises laboratoriais efetuada pelos autores:

Índice de Erodibilidade	**Talude do Cristalino**		**Talude do Terciário**	
	Porção Superior Horizonte A e B	Porção Inferior Horizonte C	Porção Superior Horizonte A e B	Porção Inferior Horizonte C
Boyoucos modificado	0,51	51,64	0,24	0,88
Relação de dispersão	53,14	99,00	37,00	42,00
Relação de Erosão *	50 a 60	3507 a 4400	52 a 40	77 a 55
Relação de Erosão **	22 a 26	2215 a 2789	13 a 17	18 a 25

* relação de erosão considerando conteúdo coloidal igual quantidade de argila que se dispersa naturalmente (em H_2O), conforme Bertoni & Lombardi (1985)
** relação de erosão considerando os valores de argila total como conteúdo coloidal, conforme Middleton (1930), citado em LAL (1988)
Tabela 7 Erodibilidade dos solos do embasamento cristalino e terrenos sedimentares.
Fonte: Santos & Nakazawa (1992)

A partir dos resultados obtidos, os autores estabelecem a seguinte compartimentação do meio físico para a RMSP:

UNIDADES	CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE
A - Planícies Aluvionares	- Relevo de agradação - Baixíssimo potencial erosivo
B – Colinas em Sedimentos Terciários	- Relevos predominantemente suaves com baixo potencial erosivo - Solos pouco suscetíveis à erosão
C- Colinas em Cristalino	- Relevos predominantemente suaves com baixo potencial erosivo - Solos de alteração francamente suscetíveis à erosão
D- Morrotes Baixos E- Morrotes Altos e Morros Altos F – Morros Altos, Montanhas e Escarpas	- Terrenos cristalinos com alto potencial erosivo, aumentando da Unidade D para F - Solos de alteração francamente suscetíveis à erosão

Tabela 8 Compartimentos do meio físico da RMSP, de acordo com a suscetibilidade à erosão.
Fonte: Santos & Nakazawa (1992)

A investigação mais detalhada de processos hidromorfodinâmicos, naturais e induzidos pela ação antrópica, associando-os às formas e materiais bem como às modalidades de intervenção, são objetivos contemplados por essa pesquisa, e apresentados adiante.

4.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Para a análise dos processos morfodinâmicos que atuam em determinado sistema físico natural - ou mesmo fortemente antropizado -, principalmente no meio tropical úmido, torna-se necessário o entendimento das características e dinâmicas climáticas que atuam nesse sistema, sobretudo no que se refere à pluviosidade.

4.4.1 O Clima Natural

De acordo com Tarifa & Armani (2001a), a RMSP localiza-se em uma faixa de transição entre os Climas Tropicais Úmidos de Altitude e os subtropicais do Brasil meridional. Desse modo, essa faixa de transição apresenta, como uma de suas principais características, a alternância de estações (uma quente e úmida – outubro a março e outra, fria e relativamente mais seca – abril a setembro). Segundo os autores, outra característica dessa faixa de transição seriam as variações bruscas do ritmo e da sucessão dos tipos de tempo. Tais variações podem implicar em alternâncias de estados atmosféricos de intenso aquecimento e de intenso

resfriamento em segmentos temporais de curta duração (dias a semanas) e explicam, regionalmente, a ocorrência de fortes impactos pluviométricos assim como a ocorrência, em determinados anos, de longas seqüências de períodos secos.

Tarifa & Armani (2001a) elaboraram um estudo dos espaços climáticos naturais do Município de São Paulo. Para tanto, os autores abstraíram, como artifício analítico, as alterações e interações decorrentes do processo de urbanização e industrialização, considerando apenas a correlação entre os atributos e controles climáticos (oceano, relevo, altitude, declividade, orientação e ventos). Nesse estudo, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí está inserida, em termos de clima local, na Unidade Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano (I). Nesse clima local, foram definidos três mesoclimas diferentes: IA – topos mais elevados dos maciços, serras e altas colinas; IB – colinas intermediárias, morros baixos, terraços e patamares; e, IC – várzeas e baixos terraços.

Essas unidades de Mesoclimas, por sua vez, foram subdivididas. Desse modo, para a área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, corresponderiam as seguintes unidades e subunidades, conforme a tabela e o mapa apresentados a seguir.

UNIDADES CLIMÁTICAS			**CONTROLES CLIMÁTICOS**	
Clima Local	**Mesoclimas**	**Topoclimas**	**Formas de relevo**	**Altitude (m)**
I Clima Tropical úmido de Altitude do Planalto Paulistano	IA	IA1	Maciços, serras e morros do Alto Aricanduva e Itaquera	800 -950
		IA2	Altas colinas e cumeadas planas do Espigão Central (Paulista)	800 -820
	IB	IB3	Colinas, patamares e rampas da face leste do Espigão Central	740 -800
		IB4	Terraços, colinas e patamares do Tamanduateí e Aricanduva	740 - 800
	IC	IC2	Várzeas e baixos terraços do vale do Tamanduateí.	720 -740

Tabela 9 Unidades climáticas naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no Município de São Paulo. Fonte: Tarifa & Armani (2001a)

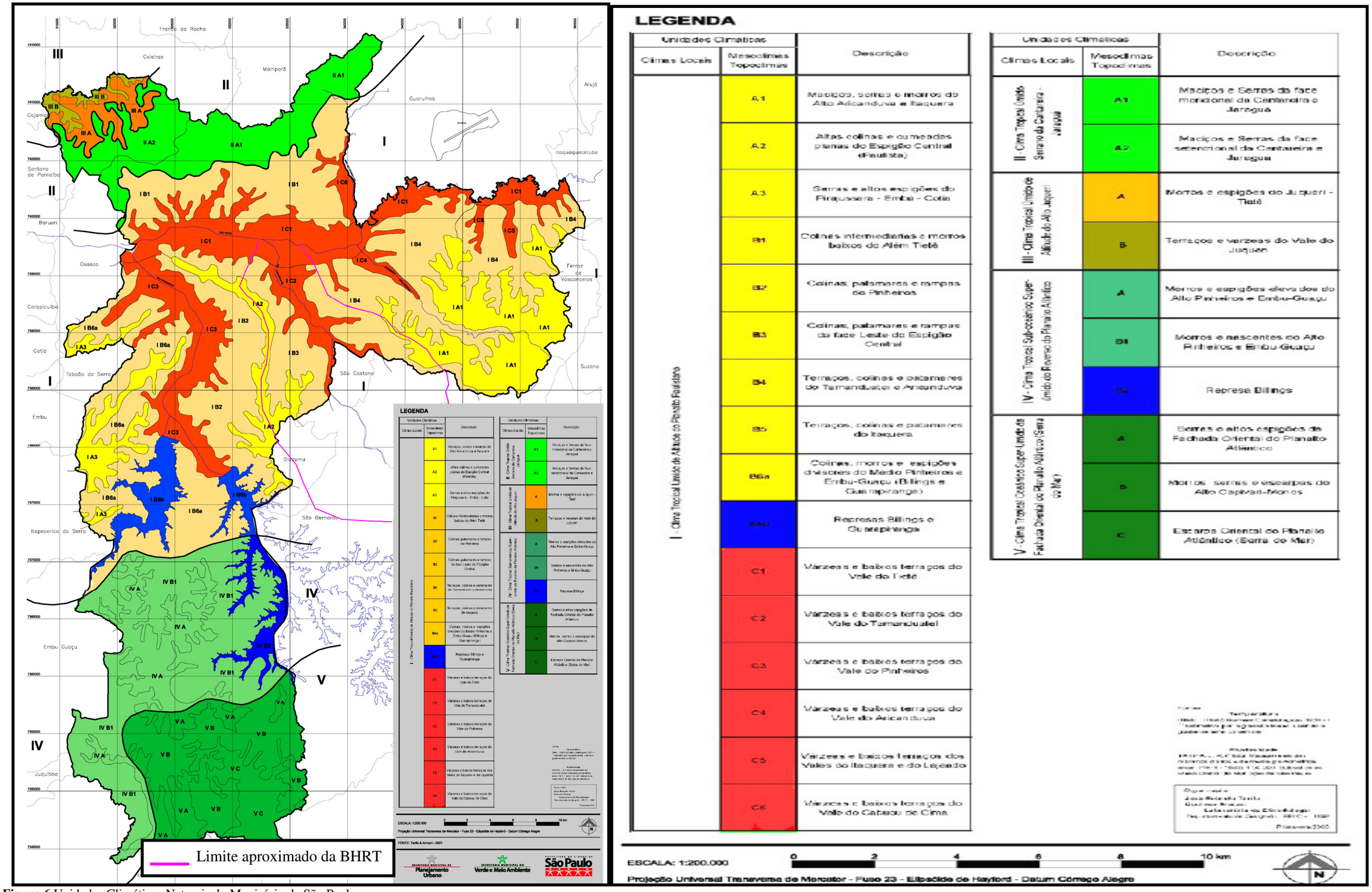


Figura 6 Unidades Climáticas Naturais do Município de São Paulo
Fonte: Tarifa & Armani (2001) *in* PMSP/SMVA/SEMPLA- Atlas Ambiental do Município de São Paulo, 2002

As subunidades IA1 e IA2 correspondem, respectivamente, aos limites interfluviais leste e oeste da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. De acordo com Tarifa & Armani (2001a) essas duas subunidades apresentam um comportamento climático bastante semelhante. Em função da altitude, apresentam temperaturas mais amenas. Quanto à pluviosidade, os autores destacam que:

> A pluviosidade aí representa um elemento importantíssimo, pois quando sistemas atmosféricos produtores de chuva entram na Bacia do Alto Tietê, a forma e orientação desses morros mais elevados tendem a aumentar a instabilidade desses sistemas, aumentando os totais pluviais em relação às áreas mais baixas e planas. Como são áreas mais elevadas, com declividades médias e altas e que recebem um impacto pluviométrico significativo, elas têm um potencial natural relativamente alto para deslizamentos, movimentos de massa e desmoronamentos, principalmente nos morros da Zona Leste e Oeste[34], onde a estrutura geológica superficial é frágil. Os totais anuais nestas unidades (IA1, IA2 e IA3) variam de 1.250 a 1.450 mm e os máximos em 24 horas oscilam entre 100 e 175 mm. (p. 40)

Cabe ressaltar que o estudo de Tarifa e Armani (2001a), refere-se apenas ao Município de São Paulo. No entanto, ao considerar-se toda a área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, poder-se-ia estabelecer correspondência da subunidade IA1 para as áreas constituídas por morros baixos e médios da região do ABC, nos setores sul e sudeste da bacia hidrográfica. Nesses setores se localizam as nascentes e trechos superiores do Rio Tamanduateí e de alguns de seus principais afluentes, tais como o Ribeirão dos Couros, Ribeirão dos Meninos e Ribeirão Guarará. Portanto, as subunidades IA1 e IA2, corresponderiam aos níveis topográficos mais elevados da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

Aos níveis topográficos intermediários da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, correspondem à subunidades IB3 e IB4. O mesoclima dessas subunidades caracteriza-se por temperaturas ligeiramente mais altas, em função da redução de altitude. De acordo com os autores, nas áreas mais aplanadas (subunidade 1B4, por exemplo), nos dias de céu claro, ocorre um forte aquecimento diurno, pois permitem maior recepção e absorção da radiação

[34] Os autores se referem aí, à unidade IA3 (Serras e altos espigões do Pirajussara-Embu-Cotia)

solar. Quanto à pluviosidade, essas unidades (IB) apresentam comportamento muito semelhante àquele verificado na unidade IA, uma vez que suas formas (vertentes ou rampas) se constituem em prolongamentos dos topos.

Por último, o mesoclima C corresponde às várzeas e baixos terraços dos principais rios. No caso do Rio Tamanduateí, a subunidade correspondente é a IC2. Segundo Tarifa & Armani (2001a) nesse mesoclima,

> (...) as temperaturas são mais elevadas, justamente por se tratarem de áreas mais baixas e planas que recebem e que absorvem maior quantidade de radiação solar ao longo do dia, além de sofrer um aquecimento por compressão adiabática. Sobretudo no período diurno dos dias de céu claro. Em compensação, no período noturno, as menores mínimas absolutas ocorrem nessas áreas, decorrentes da drenagem e acumulação de ar frio nas partes mais baixas .(p. 41)

Quanto à pluviometria, os autores explicam que essas áreas tendem a apresentar uma "redução dos totais de chuva, em função da compressão adiabática e conseqüente aumento da estabilidade atmosférica decorrente da decida do ar em direção aos vales" (p. 41). No entanto, tratam-se de áreas que recebem não apenas a pluviosidade que ali se precipita, mas todas as águas precipitadas nas outras unidades (cujos valores são superiores) drenam para lá.

A tabela a seguir, apresenta os atributos climáticos, identificados pelos autores, para subunidades identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

Nível Topográfico	**Sub-Unidades**	**Temperaturas (ºC)**			**Pluviosidade (mm)**	
		Média anual Total	**Média anual Máximas**	**Média anual Mínimas**	**Totais anuais**	**Máximos Diários**
Superior (800 a 950 m) IA	**IA1 - Morros baixos e médios (limites leste, sul e sudeste da BHRT)**	19,3 – 18,7	24,9 – 24,3	15,5 – 14,9	1400-1450	100-150
	IA2 – Altas colinas (limite oeste da BHRT)	19,3 – 19,2	24,9 – 24,3	15,5 – 15,4	1350-1450	120-160
Intermediário (740 – 800) IB	**IB3 - Colinas e patamares da face leste do Espigão Central (porção oeste da BHRT)**	19,6 - 19,3	25,2 – 24,9	15,8 – 15,5	1350-1450	100-150
	IB4 - Terraços, colinas e patamares do Tamanduateí (porção leste da BHRT)	19,6 - 19,3	25,2 – 24,9	15,8 – 15,5	1400-1480	100-125
Inferior (720 740 m) IC	**Terraços fluviais e Várzeas do Vale do Tamanduateí**	19,7 - 19,6	25,3 – 25,2	15,9 – 15,8	1350-1470	100-150

Tabela 10 Atributos climáticos naturais dos meso e topoclimas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Fonte: Tarifa & Armani (2001a)
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

4.4.2 O Clima Urbano

A partir de uma série de estudos, desenvolvidos sobretudo a partir da década de 80, constatou-se que a magnitude das mudanças decorrentes da urbanização no comportamento atmosférico, sugere a adoção de termo específico. De acordo com Conti (1981) "se pode falar, legitimamente, no surgimento de um clima urbano." (p.1)

Basicamente, as diferenças impostas ao clima pela urbanização são causadas pelo grau de consumo de energia, densidade populacional e mudanças na superfície do solo, e implicam em mudanças na ventilação, na umidade, nas precipitações - que tendem a acentuarem-se; e, até mesmo na alteração da composição da própria atmosfera.

Segundo Conti (1981),

> Os organismos urbanos funcionam como sistemas abertos através dos quais transitam fluxos de energia. Contudo, os processos de absorção, difusão e reflexão dessa energia são perturbados quando há grande concentração de poluentes e partículas em suspensão, verificando-se ainda, diminuição do índice de albedo (fração de energia solar refletida). As conseqüências são denunciadas através de mudanças nas médias térmicas, pluviométricas, barométricas e demais indicadores das condições do tempo. (p.1)

Reportando-se especificamente ao caso da cidade de São Paulo, o autor afirma que embora os dados disponíveis sejam "insuficientes para se realizar uma pesquisa aprofundada de climatologia retrospectiva, oferecem algumas indicações que permitem acompanhar a evolução ocorrida." (p. 2)

Segundo Conti (op cit), o exame das séries dos totais anuais de chuvas revela a elevação da média, na cidade de São Paulo, sobretudo no século XX. As mais antigas normais pluviométricas (série de trinta anos consecutivos), que correspondem ao período de 1889-1918, apontam 1.302 mm (antigo posto pluviométrico da Estação da Luz) e 1.336 mm (posto pluviométrico da Escola Normal – Praça da República). Para o período de 1947-1976, as normais calculadas com os dados do posto pluviométrico do Instituto Astronômico e

Geofísico (na zona sul da cidade, em área de reserva florestal de 527 hectares[35]) indicam 1.368 mm, enquanto que,

> (...) as informações do Mirante de Santana (7º Distrito de Meteorologia do Serviço Nacional de Meteorologia) para o mesmo período, revelam que a média pluviométrica da cidade de São Paulo passou para 1.422 mm, tendo havido, portanto, um acréscimo de 9,2 % em relação aos valores da Estação da Luz de 60 anos atrás.(CONTI, 1981, p. 3)

Esse acréscimo de pluviosidade, na cidade de São Paulo, tem como conseqüência direta o aumento na freqüência de inundações. No mesmo estudo, Conti (1981) apresenta dados relativos à ocorrência de inundações no bairro do Cambuci[36] que apontam que no período de 1960 a 1969, ocorreram ali 9 episódios de enchentes, ao passo que de 1970 a junho de 1978, já se registravam 56 episódios.

O autor aponta ainda, as elevações nas médias térmicas da cidade de São Paulo.

> A série de 1902 a 1921 do Observatório Nacional (Avenida Paulista) indicam que naquela época a média térmica era de 17,7º C, havendo inclusive referência a queda de neve no inverno de 1918, conforme se lê, textualmente, à pagina 28 do trabalho "O Clima de São Paulo" de J. N. Belfort de matos, em edição oficial do ano de 1925: "Na Avenida Paulista (em 25 de junho de 1918) tivemos a ocorrência de neve em quantidade perceptível no Observatório de São Paulo".
> Se cotejarmos essas informações com as registradas pelo Mirante de Santana no período de 1947-76, constatamos o aumento progressivo da média térmica na Capital, hoje, em torno de 19º C. (CONTI, 1981, p. 4)

Outras mudanças decorrentes da urbanização, no clima da cidade de São Paulo, de acordo com Conti (op cit), referem-se à famosa "garoa", fenômeno bastante comum no centro de São Paulo, no passado. À medida que a região central teve suas temperaturas mais elevadas, a formação de nevoeiros distanciou-se do centro e tornou-se mais freqüente nas áreas periféricas. Como exemplo, observa que "o Aeroporto de Congonhas não sofria a incidência de nevoeiros na década de 30, com a mesma intensidade de atualmente" (p. 4); e

---

[35] De acordo com Conti (1981), em função da localização desse posto pluviométrico, em área florestada, os dados obtidos não refletem com muita nitidez, os efeitos do crescimento urbano.

[36] Correspondem a dados da pesquisa de mestrado de Wanda Paschoal (DG-FFLCH/USP), em andamento na época.

discute ainda, o agravamento da ocorrência de névoa seca, como conseqüência da poluição industrial e da circulação de veículos.

Como síntese de seu estudo sobre as mudanças no clima decorrentes da urbanização na cidade de São Paulo, Conti (1981) apresenta tabela, a partir de dados obtidos na Estação Mirante de Santana:

	Pluviosidade (mm)	Temperatura média (ºC)	Nevoeiro (nº de dias)	Névoa seca (nº de dias)	Nebulosidade (décimos)
1947-1956	1.395	17,6	1.021	397	6,9
1957-1966	1.408	18,7	1.423	530	7,2
1967-1976	1.459	19,0	1.401	1.325	7,0

Tabela 11 Evolução dos elementos do clima na cidade de São Paulo
Fonte: 7º Distrito de Meteorologia (Estação do Mirante de Santana) in Conti, J. B. (1981)

Tarifa & Armani (2001b) apresentam um estudo dos espaços climáticos urbanos do município de São Paulo. De acordo com esse estudo, em termos de clima urbano local, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí está totalmente inserida, em sua porção paulistana, na Unidade Climática Urbana Central (I).

> No nível I, onde se encontra o "núcleo" e a unidade central da Metrópole, é onde ocorrem as maiores transformações de energia, massa e poluição, derivadas da urbanização (controles climáticos urbanos), provocando mudanças tanto no balanço de radiação solar quanto nas trocas aerodinâmicas (ligadas ao vento), bem como alterando a composição do ar e liberando grandes quantidades de calor antropogênico. (p. 49)

Nesse clima local (Unidade Climática Urbana Central - I), os autores definiram mesoclimas diferentes, dentre os quais, na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, destacam-se: O Núcleo da Unidade Central (IA); e, Unidades Climáticas da Expansão do Núcleo da Metrópole (IB – Marginais, IC – O Caminho do Mar, e; IF – Além Tamanduateí).

- Núcleo da Unidade Central (Unidade IA):

No contexto espacial da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, corresponde às colinas e patamares da face leste do Espigão Central. Com ocupação quase que totalmente verticalizada e sem áreas verdes, segundo os autores, o principal controle climático se expressa pela alta densidade de edificações, pessoas e atividades. Além de estar circundada

pelos maiores corredores de tráfego da RMSP (Marginais Pinheiros e Tietê, Avenida do Estado e Avenida Bandeirantes) e possuir anel interno de vias de transito intenso e geralmente lento, que representam fontes de elevada emissão de poluentes atmosféricos, essa unidade recebe ainda, das unidades periféricas, gases e material particulado emitido por fontes industriais.

Baseando-se em critérios de uso do solo predominante, porcentagem de áreas verdes e distribuição do campo térmico de superfície, os autores subdividiram essa unidade em 5 unidades topoclimáticas, sendo que a porção pertencente à área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, corresponde à unidade IA1 - Áreas verticalizadas. Por sua vez, os autores afirmam que "dentro dessa realidade dos bairros altamente verticalizados pode-se, de acordo com o lugar, seu conteúdo e sua história recente, definir novas hierarquias climáticas" (p.53).

A unidade IA1 foi ainda subdividida em oito (subunidades de "a" a "h"). Na área que corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, distinguem-se as seguintes subunidades: IA1a (Centro histórico e seu entorno); IA1b (Bairro da Liberdade e seu caminho com a Avenida Vergueiro); e, IA1f (Bairros da Vila Mariana e Jabaquara).

- Unidades Climáticas da Expansão do Núcleo da Metrópole:

- IB – Marginais

De acordo com as subdivisões dessa unidade, a subunidade IB1 corresponde à área antigamente ocupada pela planície de inundação do Rio Tamanduateí, e caracteriza-se pela presença de instalações industriais, armazéns e comércio. Segundo Tarifa & Armani (2001b), o vale do Tamanduateí, além de se configurar como grande bacia produtora de toneladas de poluentes (assim como os vales do Pinheiros e Tietê), ainda recebe diariamente grande fluxo de poluentes de origem industrial oriundos do ABCD.

> As velhas fábricas do Brás, Belém, Bom Retiro e o eixo antigo da ligação com Santos através da Av. do Estado, até hoje ainda se constituem em uma unidade urbana e obviamente, também climatológica. As imagens de satélite dão a essa realidade um forte aquecimento, resultado do vale plano, rebaixado e com telhados

> e superfícies (das avenidas radiais, ferrovias) que absorvem muita radiação solar. Grande parte dessa confluência Tamanduateí-Tietê, indica temperaturas superiores a 32ºC às 10 h da manhã, se constituindo na unidade IB1 nas margens das grandes avenidas e corredores, e nos centros antigos degradados são comuns cortiços e favelas onde a vida só pode ser segregada, excluída e finalmente destruída pela poluição, pela fome, pelo não emprego ou não morar. (TARIFA & ARMANI, 2001b, p.56)

Considerando que, em condições climatológicas naturais, as áreas de planícies de inundação apresentavam média anual de máximas entre 25,3 ºC e 25,2ºC e, em função da urbanização, passaram a apresentar temperaturas na faixa de 32ºC e 33ºC, tem-se uma idéia da magnitude das mudanças antropogênicas no clima.

Foto 1 Avenida do Estado, às margens do Rio Tamanduateí, no Ipiranga.
Ao fundo, observa-se a região do ABC
Foto: Flavio L. Fatigati *in* Atlas Ambiental do Município de São Paulo[37].

- IC – O Caminho do Mar

De acordo com os autores, essa unidade subdivide-se em quatro subunidades (Unidades Climáticas IC1, IC2, IC3 e IC4); todas presentes na área que corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

A subunidade IC1 corresponde à ligação da Avenida Vergueiro com a Via Anchieta e engloba parte do Jabaquara, Saúde e Ipiranga, estendendo-se até os limites com o Parque do Estado e o município de São Caetano do Sul. Apresenta, como característica principal, o predomínio de residencial baixo (de um ou dois pavimentos), com telhas de cerâmica,

[37] Disponível em http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br

ocupado por classe média ou baixa. Podem ainda ocorrer nessa unidade, de forma esparsa, núcleos de comércio ou verticalização.

Cabe ressaltar que, nessa subunidade (IC1), encontra-se a favela Heliópolis. A altíssima densidade de casas, geralmente de alvenaria e com telhados de amianto, em terrenos diminutos, com algumas ruas asfaltadas e completa ausência de vegetação, condiciona temperaturas bastante elevadas. Tarifa & Armani (2001b), registraram 33ºC e 32ºC de temperaturas do solo, às 10:45 horas, respectivamente nos meses de setembro e abril.

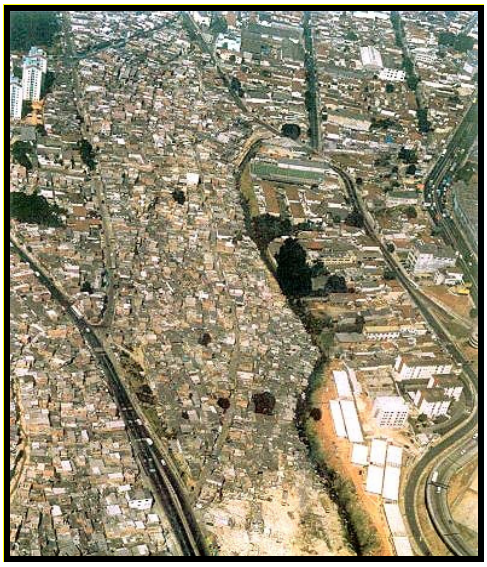


Foto 2 Favela Heliópolis, bairro do Sacomã
Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo

Já a subunidade IC2 corresponde ao Parque do Estado, cuja cobertura vegetal florestal reduz a temperatura da superfície para um mínimo de até 23ºC (abril) e 25ºC (setembro).

Foto 3 Parque Estadual Fontes do Ipiranga, antigo Parque do Estado
Foto: Flavio L. Fatigati *in* Atlas Ambiental do Município de São Paulo.

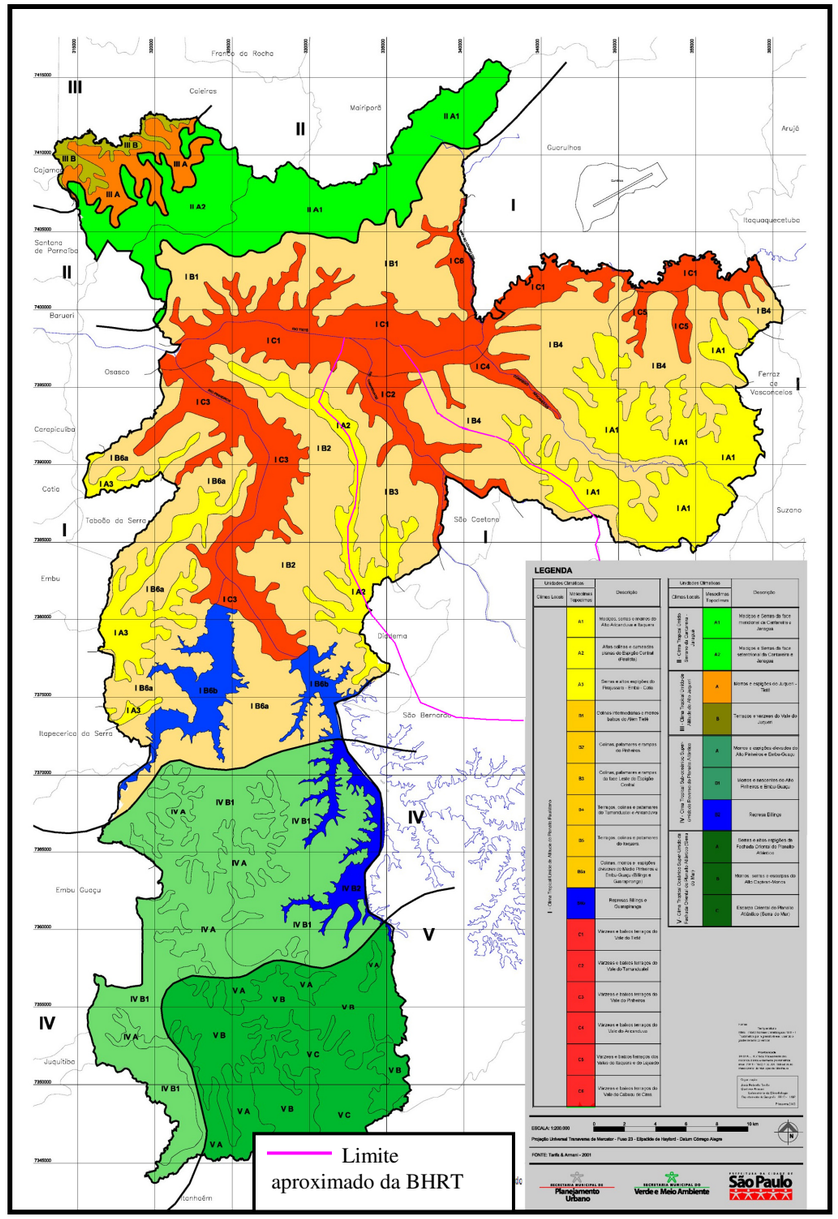
A subunidade IC3, corresponde às áreas verticalizadas da bacia do Ipiranga, com ruas pavimentadas e baixa porcentagem de áreas verdes, onde as temperaturas da superfície variam de 28ºC a 31ºC; enquanto que a subunidade IC4 corresponde às áreas industriais, cujas temperaturas da superfície também são elevadas (30 a 32ºC).

- IF – Além Tamanduateí

Tarifa e Armani (2001b) afirmam que

> A expansão urbana para o além Tamanduateí produziu bairros (Moóca, Tatuapé, Água Rasa, Carrão, Vila Formosa, Penha, Vila Matilde) com altíssima densidade de pessoas e porcentagem muito pequena de áreas verdes. A aridez reflete temperaturas altas nas superfícies edificadas (30 a 33ºC). A forma urbana mostra uma homogeneidade considerável, tanto no forte aquecimento, na ausência do verde e na poluição atmosférica elevada, caracterizando um espaço urbano muito homogêneo. (p.60)

Mesmo diante de tal homogeneidade, os autores apontam algumas diferenças no padrão de uso do solo – áreas verticalizadas e áreas onde predominam o residencial baixo ou intermediário. No entanto, esses padrões, climatologicamente, pouco diferem.



LEGENDA
UNIDADES CLIMÁTICAS URBANAS

Unidades Climáticas					Controles Climáticos	
Local/Meso	Meso	Meso/Topo	Topo/Micro		Uso do Solo Predominante	% de Áreas Verdes
I - Unidade Climática Urbana Central	A - Núcleo	1	a		Verticalizado/Administrativo (Centro)	Inexistente
			b		Vert. Liberdade/Vergueiro	Pequena
			c		Vert. Consolação/Paulista	Pequena
			d		Vert. Santa Cecília	Pequena
			e		Vert. Perdizes/Espigão Central	Pequena
			f		Vert. Vila Mariana/Jabaquara	Muito pequena
			g		Vert. Largo da Batata	Muito pequena
			h		Vert. Faria Lima/Moema	Pequena
		2	a		Res. Bairro Verde - Pacaembu	Grande
			b		Res. Bairro Verde - Alto da Lapa	Grande
			c		Res. Bairro Verde - Pinheiros	Grande
			d		Res. Bairro Verde - Jardins/Moema	Grande
			e		Parque Ibirapuera	Grande
			f		Res. Bairro Verde - Brooklin	Média
		3			Com./Indus. - Lapa	Pequena
		4			Res. Baixo	Pequena
		5			Aeroporto - Congonhas	Pequena
	B - Marginais	1			Indus./Armaz./Com./Marginal Tamanduatei	Muito pequena
		2	A		Indus./Armaz./Com./Term. Rodo./Marginal Tietê	Muito pequena
			b		Aeroporto - Campo de Marte	Médio a Grande
		3			Marginal Pinheiros	Pequena
		4			Indus. - Santo Amaro	Pequena a média
	C - O Caminho do Mar	1			Res. Baixo - Ipiranga	Pequena
		2			Parque do Estado	Dominante
		3			Vert.	Muito pequena
		4			Indus. - Anchieta	Muito Pequena
	D - Além Pinheiros	1			Res. Bairro Verde - Morumbi	Grande
		2			Vert. - Morumbi	Grande
		3			Res. Baixo - Favela	Muito Pequena
		4			Res. Baixo - Butantã	Média
		5			USP	Grande
	E - Santo Amaro	1			Res. Bairro Verde - Chác. Sto. Antônio	Grande
		2			Vert. - Berrini/Brooklin	Pequena
		3			Res. Baixo - Santo Amaro	Pequena
	F - Além Tamanduatei	1			Res. Baixo - Mooca/Tatuapé	Muito pequena
		2			Vert. Anália Franco	Pequena
		3			Cemitério Vila Formosa	Média
		4			Res. Baixo - Penha/Vila Matilde	Muito pequena
	G - Além Tietê	1	a		Vert. - Bandeirantes	Grande
			b		Res. Baixo - São Domingos/Pirituba	Média
		2			Res. Baixo - Limão/Casa Verde	Pequena
		3			Vert. - Santana	Pequena
		4			Res. Baixo - Vila Maria/Vila Guilherme	Muito pequena
		5			Res. Baixo - Tucuruvi	Média a grande
II - Unidade Climática Urbana Periférica	A - Da Zona Leste	1			Res. Baixo/Favelas - São Miguel Paulista	Muito pequena
		2			Vert. Conj. Hab.	Muito pequena
		3			Res. Baixo/Favelas - Cidade Líder	Pequena
		4			Indus.	Média a grande
		5			Res. Baixo/Favelas - Sapopemba/São Mateus	Muito pequena
		6			Res. Baixo/Favelas - Cidade Tiradentes/Guaianases	Média
		7			Parque do Carmo	Dominante
		8			Parque Ecológico do Tietê	Dominante
	B - Da Zona Norte	1	a		Res. Baixo - Favelas	Pequena
			b		Res. Baixo - Favelas	Média
			c		Indus.	Média
		2			Res. Baixo/Favelas - Perus	Grande
		3			Res. Baixo/Favelas - Alto Tremembé	Média
		4			Parque da Cantareira	Dominante
		5			Parque do Jaraguá	Dominante
		6			Parque Anhanguera	Dominante
	C - Da Zona Oeste	1			Res. Baixo/Favelas - Rio Pequeno	Pequena a média
		2			Com./Indus. - Raposo Tavares	Pequena a média
		3			Vert.	Peuqena
	D - Sudoeste	1			Res. Baixo/Favelas - Capão Redondo	Muito pequena
		2			Res. Baixo/Favelas - Capão Redondo	Peuqena
		3			Res. Bairro Verde	Grande
		4			Vert. Conj. Hab.	Muito pequena
	E - Do Extremo Sul	1			Res. Baixo/Favelas - Pedreiras	Pequena
		2			Res. Baixo/Favelas - Cidade Ademar	Muito pequena
		3			Res. Baixo - Socorro/Cid. Dutra	Média a grande
		4			Vert.	Pequena
		5			Res. Baixo/Favelas - Grajaú	Média
		6			Represas	Inexistente
III - Unida de Climática do Urbano Fragmentado	A				Res. Baixo	Grande
	B				Rural (não urbano)	Dominante
	C				Represa	Inexistente
IV - Unidade Climática Não Urbana					Não urbano (florestal)	Dominante

Figura 7 Unidades Climáticas Urbanas do Município de São Paulo
Fonte: TARIFA & ARMANI (2001) *in* PMSP/SMVA/SEMPLA Atlas Ambiental do Município de São Paulo, 2002

CAPÍTULO 5 - A GEOMORFOLOGIA PRÉ-URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ

"Estes meus parques do Anhangabaú ou de Paris,
onde as tuas águas, onde as mágoas dos teus sapos ?
'Meu pai foi rei!
- Foi. – Não foi. – Foi. – Não foi.'
Onde as tuas bananeiras?
Onde o teu rio frio escanecido pelos nevoeiros,
contando histórias aos sacis?..."
Mário de Andrade, Anhangabaú *In Paulicéia Desvairada* (1921)

Acredita-se que a morfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, conforme se apresenta no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana **(Mapa 1)**, corresponde a uma representação da paisagem bem próxima àquela observada pelos jesuítas quando aqui chegaram, alguns anos após a descoberta do Brasil. Antes mesmo da fundação do aldeamento jesuítico nos campos de Piratininga, registros históricos apontam a importância da área, que corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, como ponto de partida para a ocupação interiorana do país. A vila de Santo André da Borda do Campo, fundada em 1553 por João Ramalho, foi a primeira povoação na capitania vicentina, que não se localizava no litoral[38]. No entanto, a referida vila teve uma existência bastante fugaz, sendo abandonada por volta de 1560 quando seus poucos habitantes transferiram-se para São Paulo, ou melhor, para os Campos de Piratininga.

> A primeira impressão que dos campos de Piratininga deviam ter tido os "soldados de Jesus" foi imaginada por Afonso Arinos em uma das páginas de suas *Lendas e Tradições Brasileiras:* "A largueza e doçura do ambiente, para quem vinha da baixada marinha, apertada e quente, vencendo o trilho alpestre do Cubatão" era "a de um Campos Elíseos, onde reinava a primavera eterna, com suas águas límpidas e abundantes, as suas sombras e os seus variados frutos". (BRUNO, 1991, p.72-73)

Vencendo a subida da Escarpa da Serra do Mar, os primeiros colonizadores percorriam, rumo norte, uma paisagem composta por morros baixos e médios, cujas

[38] À época da chegada dos primeiros povoadores nos campos de Piratininga, havia na capitania vicentina apenas três povoações que já tinham a categoria de Vila: São Vicente (1532), Santos (1539, elevada à vila em 1545) e Santo André da Borda do Campo (1553). Itanhaém, começou em 1549, mas só foi elevada à vila, em 1561. (BRUNO, 1991a, p.71-72)

altimetrias situam-se em torno dos 800-950 metros, com topos convexos, estreitos e alongados, bem dissecados por inúmeros canais de drenagem. Atravessando essa unidade morfológica, através de trilhas em meio à floresta úmida, ou seguindo os cursos dos rios, deparavam-se então com outra unidade paisagística bastante diferenciada: o relevo suavizado das colinas da Bacia Sedimentar de São Paulo, emoldurando largas planícies por onde rios sinuosos fluíam sem pressa.

> Para aqueles que vinham do litoral, através das densas matas da Serra do Mar e dos morros do reverso da serra, os primeiros descampados naturais estavam nas largas planícies do rio Tamanduateí: daí o nome Santo André da Borda do Campo. Na beira alta dos rios meândricos regionais, em estreitos diques marginais, ocorriam florestas ripárias. À margem dessas matinhas beiradeiras estendiam-se as várzeas, sujeitas a inundações parciais ou gerais durante a época das grandes chuvas. Na várzea ligeiramente elevada ocorria o ecossistema das florestas de várzeas, baixas e pouco densas, ainda hoje detectáveis em alguns raros lugares. Nos terraços fluviais mantidos por cascalheiras - os lugares mais dotados de terras firmes ao lado das planícies de inundação - aparecia um misto de campos, manchas de matas e eventuais bosques de araucárias, remanescentes de outras épocas paleoclimáticas e paleoecológicas. Foi na banda dos terraços, próximo da linha d'água, que se estabeleceram aldeias indígenas, vivendo na primeira terra firme, e tendo água para o banho, para cozinhar e para beber, peixe para pescar. (AB'SABER, 2004a)

Ao imaginar o quadro paisagístico original da área que hoje constitui o maior aglomerado metropolitano do País, torna-se difícil fazê-lo sem certa dose de lirismo, e sem sentir saudades daquilo que jamais conhecemos, e do qual pouquíssimos vestígios restaram.

Se o exercício imaginativo é relativamente fácil e agradável, o resgate da morfologia original da paisagem, com critérios metodológicos, por sua vez, constituí-se em trabalho árduo, porém instigante. O desafio imposto ao presente estudo só não foi ainda maior, graças à brilhante contribuição de Ab'Saber (1957) à geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. A partir de seu trabalho, a etapa de resgate dos conhecimentos acumulados sobre o tema, até a década de 50 do século XX, foi bastante simplificada; sem mencionar suas interpretações, indispensáveis para o entendimento tanto do quadro morfológico original, quanto das derivações impostas pelas mudanças antropogênicas.

Embora as mudanças antrópicas tenham modificado completamente a paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, principalmente no que se refere à funcionalidade desse sistema físico, o resgate morfológico, mesmo ao nível do 5º táxon (elementos das vertentes), nos conjuntos interfluviais das colinas terciárias e morros do embasamento cristalino, não apresentou grandes dificuldades. Sua identificação, reconstituição (no caso de feições já modificadas), e cartografação viabilizou-se através de fotointerpretações (fotografias aéreas de 1952 e 1962) e análises de cartas topográficas (1930 e 1980).

Após a cartografação de elementos referentes ao 5º táxon (elementos das vertentes) e 6º táxon (que se restringiu apenas às pequenas formas geradas por processos atuais naturais, no caso, nicho de nascentes), os limites referentes dos táxons superiores (4º, 3º, 2º e 1º) foram imediatamente evidenciados pelas diferenças morfológicas (dissecação, declividades, dimensões interfluviais, entre outras). Tais limites, ao serem correlacionados com os limites litológicos presentes no mapeamento geológico, mostraram-se bastante coerentes.

Dificuldades maiores surgiram ao tentar identificar e resgatar aspectos, ainda referentes ao nível do 5º táxon, das Planícies Fluviais. Essas unidades, conforme será apresentado adiante, correspondem àquelas que mais sofreram mudanças, e das quais pouquíssimos vestígios ou "janelas" para o resgate morfológico original restaram. A mesma dificuldade apresentou-se em relação ao traçado original dos principais cursos d'água da Bacia Hidrográfica, principalmente do trecho final do Rio Tamanduateí.

Apesar da franca urbanização, foi possível distinguir morfologicamente alguns terraços fluviais e limites de planície fluvial, por meio da fotointerpretação das aerofotos de 1952. Os limites identificados, ao serem confrontados com aqueles identificados nos documentos cartográficos de Almeida (1953) e Ab'Saber (1957), também se mostraram coerentes.

No entanto, resgatar o traçado meandrante original do trecho final do Rio Tamanduateí, implicou na análise minuciosa de diversos documentos cartográficos e na

leitura de vasta bibliografia sobre a história da cidade de São Paulo, como por exemplo, Amaral (1980); Bruno (1991a, 1991b e 1991c); Campos (2007); Cavenaghi (2006); Freitas (1978), dentre outros.

5.1 MAPA DA GEOMORFOLOGIA PRÉ-URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ

Por meio do mapeamento geomorfológico, elaborado em escala 1:25.000, tornou-se possível a caracterização morfológica e morfométrica dos Tipos de Formas do Relevo, bem como suas relações com a litologia. Essa caracterização permitiu ainda a interpretação de tendências espaciais de processos morfodinâmicos das vertentes, no que se refere às tendências de fluxos superficiais e subsuperficiais.

- **Morros cristalinos baixos do Planalto Paulistano/Alto Tietê.**

Esse Tipo de Forma de Relevo, esculpido sobre litologias do Pré-Cambriano, no reverso continental da Serra do Mar, corresponde às áreas da parte superior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em níveis altimétricos situados entre 800 e 980 m., com declividades predominantes entre 20 a 30%, embora algumas áreas possam apresentar declividades acima de 60%.

Os morros, com amplitudes topográficas que raramente ultrapassam 60 m., apresentam perfis convexos, com topos estreitos e alongados, que correspondem a interflúvios secundários, cuja direção predominante é S-N. Segundo Ross & Moroz (1997), a dissecação do relevo, de um modo geral, apresenta-se média, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta.

A drenagem, neste Tipo de Forma de Relevo, corresponde às bacias de até 4º ordem dos principais cursos d'água, formadores da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, tais como o Ribeirão dos Couros, Ribeirão dos Meninos, Rio Guarará e Ribeirão Serraria. Apresenta padrão dendrítico e, quase sempre, obedece às direções SW-NE ou SE-NW.

Predominam nessa unidade vertentes com segmentos retilíneos, nos quais prevaleceriam, na condição original, processos de escoamento subsuperficial e escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, podendo também apresentar escoamento superficial concentrado em partes das baixas vertentes.

Os elementos côncavos são mais freqüentes nas altas e médias vertentes representando, geralmente, as cabeceiras de drenagens, que se configuram em nichos de nascentes, com forma de anfiteatros. Essa morfologia, em condições originais, apresentaria tendência à convergência de fluxos hídricos em superfície e subsuperfície, podendo gerar escoamento superficial concentrado, sobretudo, nas partes inferiores da vertente.

Nas altas vertentes, os elementos convexos ou plano-convexos, em condições originais com cobertura florestal, apresentariam tendência à infiltração e escoamento subsuperficial. Nesse compartimento, as rochas apresentam-se suscetíveis à meteorização e, conseqüentemente, o manto de alteração apresentaria-se mais espesso. Tal comportamento hidrodinâmico poderia favorecer, naturalmente, a ocorrência de movimentos de massa como rastejamentos.

Nessa unidade ou Tipo de Forma de Relevo observa-se, freqüentemente, a presença de pequenos colos. Esses, por sua vez, apresentariam, tendência à forte concentração de água e de detritos e sedimentos finos, configurando-se em áreas sujeitas à intensificação de erosão regressiva de cabeceiras.

Os elementos convexos de baixa vertente têm expressão bastante reduzida nesse compartimento. Apresentariam, em condições originais, tendência à dispersão de água por escoamento superficial difuso e portanto, tendência à erosão laminar.

- Colinas sedimentares do Planalto de São Paulo

Esse Tipo de Forma de Relevo, esculpido sobre a Bacia Sedimentar de São Paulo, corresponde a cerca de 43% da área ocupada pela Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

Situada em níveis altimétricos entre 730 a 830 m., a amplitude altimétrica, no entanto, entre as colinas e os vales, não ultrapassam 50m. Embora se caracterize pela presença de colinas amplas e patamares aplanados, apresenta declividades dominantes entre 10 a 30%, destacando-se, nas colinas, vales com cabeceiras bastante entalhadas, enquanto que nos patamares o entalhamento é pequeno.

O limite oeste da Bacia do Rio Tamanduateí corresponde ao Espigão Central das colinas da Bacia Sedimentar, que se constitui no divisor de águas dessa bacia e a Bacia Hidrográfica do Rio Pinheiros. Apresenta-se alongado e estreito, com topo aplanado, e avança de S para N até as proximidades da Vila Mariana, quando assume direção SE-NW. Apresenta rebordos bastante entalhados verticalmente em função da capacidade de erosão regressiva de afluentes do Rio Tamanduateí, tais como o Ribeirão Anhangabaú e o Ribeirão Saracura, assim como pela presença de pequenas e múltiplas cabeceiras de drenagem. O mesmo acontece nos pequenos cursos d'água paralelos, que drenam na direção W-L, para o Rio Ipiranga.

Já os limites leste e nordeste da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, bem como suas plataformas interfluviais secundárias, apresentam morfologias menos dissecadas, com topos e patamares mais amplos e extensos, às vezes interrompidos por colos e mudanças de declives mais suaves.

É interessante observar que, enquanto o Rio Tamanduateí e os principais afluentes de sua margem direita (Córrego da Mooca e Córrego do Oratório) apresentam direção SE-NW, os afluentes da margem esquerda (Ribeirão dos Couros, Ribeirão dos Meninos, Rio Guarará e Ribeirão Serraria) obedecem, preferencialmente, a direção S-N.

A drenagem, de maneira geral, apresenta padrão paralelo. Apenas alguns pequenos cursos d'água (de 1ª e 2ª ordem) apresentam padrão dendrítico.

Predominam nessa unidade, vertentes com segmentos retilíneos, nos quais, em condições originais, prevaleceriam o escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, e escoamento superficial concentrado nas baixas vertentes.

Os elementos côncavos são mais freqüentes nas altas e médias vertentes representando, geralmente, as cabeceiras de drenagens, configurando-se em nichos de nascentes, em forma de anfiteatros. Essa morfologia apresentaria, em condições originais, tendência à convergência de fluxos hídricos em superfície e subsuperfície, podendo gerar escoamento superficial concentrado, sobretudo, nas partes inferiores da vertente.

Secundariamente, predominam os elementos convexos ou plano-convexos de alta vertente que apresentariam, em condições originais, tendências à infiltração e escoamento subsuperficial. O material superficial era, originalmente, constituído predominantemente por argilas, apresentando indícios de laterização.

Nessa unidade ou Tipo de Forma de Relevo observa-se também, freqüentemente, a presença de pequenos colos. Esses, por sua vez, apresentariam, tendência à forte concentração de água e de detritos e sedimentos finos, configurando-se em áreas sujeitas à intensificação de erosão regressiva de cabeceiras.

Os elementos convexos de baixa vertente, em condições originais, apresentariam tendência à dispersão de água por escoamento superficial difuso e, portanto, tendência à erosão laminar.

Observa-se, no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana, que os contatos entre os dois compartimentos (Tipos de Forma de Relevo) – Morros Cristalinos e Colinas Sedimentares – nem sempre ocorrem de maneira nítida e bem marcada. Embora a Bacia Sedimentar de São Paulo aparente forma grosseiramente circular, esse formato apresenta algumas descontinuidades. Por exemplo, os morros cristalinos, no interflúvio do Rio Ipiranga e Ribeirão dos Couros avançam mais ao norte. Além disso, ao longo do Ribeirão dos Meninos e

do Córrego do Oratório, e pequeno trecho ao longo Rio Tamanduateí na altura da Vila Prudente, é possível observar formas esculpidas diretamente sobre o embasamento cristalino.

Destaca-se ainda, no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, a presença do Morro do Pari, de constituição cristalina, isolado em meio à planície fluvial do Rio Tamanduateí.

> O "morro" do Pari não passa de uma ligeira colina de granitos decompostos capeados por cascalheiros de quartzo e quartzitos (735 m.). Trata-se da única elevação mais saliente existente nos terrenos baixos que formam os bairros do Brás, Canindé e Oriente. (AB'SABER, 1957, p.149)

Conforme se observa nas fotos a seguir, o Morro do Pari, à época do estudo de Ab'Saber, já estava sendo arrasado para a realização de aterros na planície de inundação.

Foto 4 Morro do Pari, em 1955.
Fonte: Ab'Saber(1957)

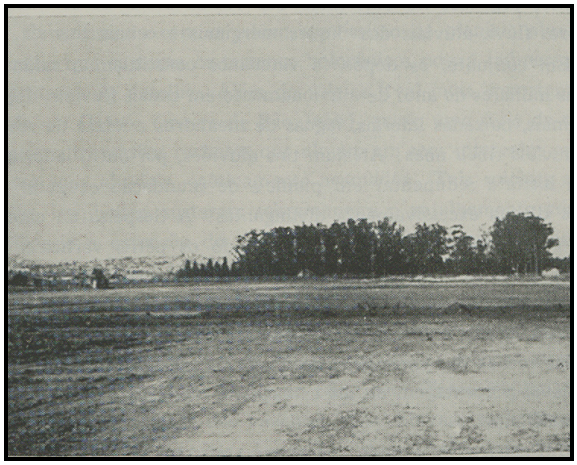


Foto 5 Aterro na planície de inundação do Rio Tietê, em 1955.
"Áreas conquistadas à planície do Tietê, a partir da base do morro do Pari. O material do entulho, vem sendo retirado da própria elevação contígua, que domina as várzeas submersíveis" (AB'SABER, 1957, p.149)
Fonte: Ab'Saber (1957)

No entanto, Cozzolino (1992), a partir de investigações por meio de sondagens, apresenta as seguintes informações sobre a área que correspondia ao Morro do Pari:

> Na altura da rua Rio Bonito encontra-se um bloco de rocha gnáissica e micaxistos alterados, recobertos por solos de alteração, sob as camadas superficiais. Essa intrusão vai até a altura do leito do rio Tietê, donde seguem-se camadas de argilas duras e areias compactas, nas quais encaixa-se a calha do Tietê. (ABGE, 2002, p.42)

Além do Morro do Pari, também o Morro do Carmo (elevação que também já foi arrasada e aparece indicada no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana), tratava-se de um afloramento do embasamento cristalino.

Em ABGE (2002), encontram-se duas citações acerca do local, referindo-se às informações obtidas através de sondagens realizadas pelo IPT, em 1945[39]:

> Aliás, no Centro da Cidade (ladeira do Carmo) uma outra sondagem do IPT mostrou que ali ocorria um pico do embasamento, atingindo cota aproximada de 730m. (p.16)
>
> Nota-se que sob a ladeira do Carmo encontrou-se a "rocha alterada" em cota excepcionalmente elevada (710/715m). (p.31)

Quanto aos "morros" dos Lázaros, da Forca e do Piolho, também indicados no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana, não foram encontradas referências que indiquem o substrato litológico de tais elevações. No entanto, optou-se por incluir no mapa tais denominações, encontradas em registros históricos, pois, como será apresentado adiante, foram alvos de modificações antrópicas importantes e consistiam em pontos de referência, nas primeiras épocas da história da cidade de São Paulo.

- Planícies Fluviais

Esse Tipo de Forma de Relevo encontrava-se embutido tanto no compartimento dos Morros Cristalinos quanto das Colinas Sedimentares.

Associadas aos Morros Cristalinos, observavam-se planícies fluviais bem definidas, estreitas e alongadas, que se estendiam desde os trechos iniciais dos principais cursos d'água, em altitudes situadas em torno de 800m.

O Rio Tamanduateí, por sua vez, ao percorrer apenas uma pequena área desse compartimento de relevo, contava também com a presença de planície fluvial em seu trecho inicial, embora esta se encontrasse restrita à sua margem esquerda. Observa-se nitidamente, no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana que, ao atingir a Bacia Sedimentar, essa planície

[39] Vargas, M. e Bernardo, G. (1945) – "Nota para o estudo regional do solo do centro da cidade de São Paulo" – Revista Politécnica – outubro 1945, nº149, ano 41.

imediatamente se alargava, principalmente na margem esquerda do curso d'água, e passava a apresentar terraços fluviais. Já nas proximidades da Vila Prudente, após a confluência do Córrego da Moóca, passava a desenvolver-se mais na margem direita do Rio Tamanduateí, apresentando amplo e extenso terraço fluvial, nas áreas que atualmente correspondem ao Brás, Pari, Canindé e parte baixa da Moóca. Após a confluência do Rio Ipiranga, o Rio Tamanduateí passava a apresentar cinturão meândrico. A planície fluvial do Rio Tamanduateí, estendia-se por mais de 16 Km e apresentava, originalmente, larguras que variavam de 200 a 400 m.

Além da planície fluvial do Rio Tamanduateí, merecem destaque ainda as planícies do Ribeirão dos Meninos, que apresentava pequeno trecho de cinturão meândrico, e Ribeirão dos Couros, além das planícies menos expressivas do Rio Ipiranga, Córrego da Moóca, Córrego do Oratório e Ribeirão Guarará.

A tabela abaixo apresenta a área ocupada, originalmente, por cada Tipo de Forma de Relevo e seu percentual, em relação à área total da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí; bem como a extensão original dos cursos d'água.

UNIDADES		ÁREA/EXTENSÃO (Km²/Km)	% DA ÁREA TOTAL
Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí		330,97[40]	100
Morros cristalinos baixos e médios com topos convexos		129,29	39
Colinas sedimentares e patamares com topos plano-convexos		143,45	44
Planícies Fluviais	Terraços Fluviais	12,44	4
	Planícies de inundação	44,18	13
Cursos d'água		701,63	100
Rio Tamanduateí		39,15	6
Demais cursos d'água		662,48	94

Tabela 12 Formas de relevo e cursos fluviais originais da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Fonte: Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

[40] O valor referente à área ocupada pela Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, obtido no mapeamento realizado nesse estudo, difere daquele apresentado pelo DAEE (2008), que estabelece área equivalente a 323 Km². Tal diferença explica-se pelo fato de adotarmos o limite da bacia hidrográfica, considerando a posição original de sua foz. Além disso, torna-se difícil delimitar, com precisão, os limites da bacia hidrográfica, nas áreas de planície de inundação, próximas à foz no Rio Tietê.

O gráfico abaixo apresenta a distribuição dos Tipos de Formas do Relevo presentes, originalmente, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí:

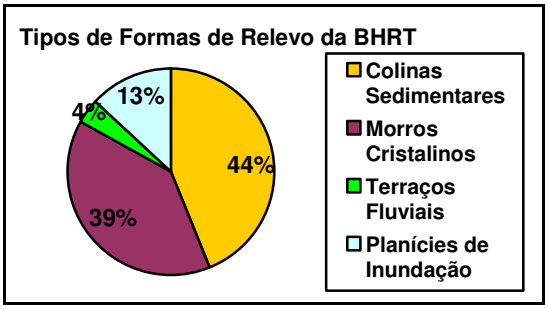
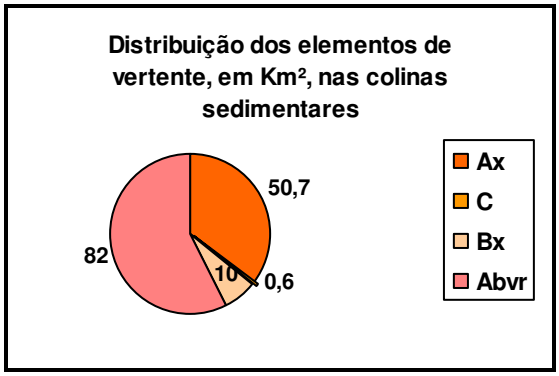


Gráfico 1 Distribuição dos Tipos de Formas de Relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Quanto aos elementos das vertentes, presentes em cada unidade, observou-se a seguinte distribuição:

Unidade	Elementos	Freqüência (nº de polígonos)	Área Km²
Colinas Sedimentares	Elementos convexos e plano-convexos da alta vertente **(Ax)**	55	50,7
	Colos **(C)**	29	0,6
	Elementos convexos e plano-convexos da baixa vertente **(Bx)**	163	10,0
	Elementos côncavos e plano-côncavos + segmentos retilíneos da alta e baixa vertente **(ABvr)**	35	82,0
Morros Cristalinos	Elementos convexos e plano-convexos da alta vertente **(Ax)**	121	28,7
	Colos **(C)**	72	2,0
	Elementos convexos e plano-convexos da baixa vertente **(Bx)**	207	6,2
	Elementos côncavos e plano-côncavos + segmentos retilíneos da alta e baixa vertente **(ABvr)**	52	92,3

Tabela 13 Distribuição e freqüência de elementos de vertentes de cada Tipo de Forma do Relevo.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.



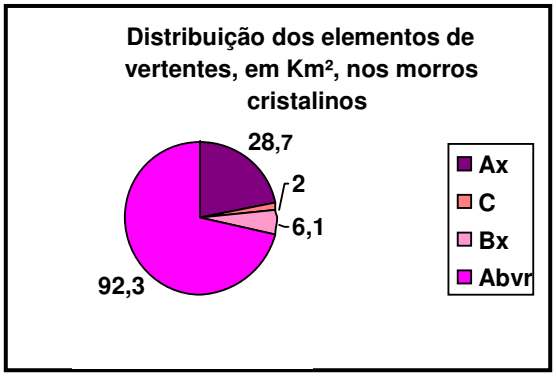


Gráfico 2 e **Gráfico 3** Distribuição dos elementos de vertentes nas colinas sedimentares e nos morros cristalinos.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C

Através da tabela e dos gráficos acima se observa que, tanto nas colinas sedimentares quanto nos morros cristalinos, predominam elementos côncavos e plano-côncavos e segmentos retilíneos de alta e baixa vertente e, secundariamente, elementos convexos e plano-convexos de alta vertente.

No entanto, observa-se ainda que as morfologias côncavas, plano-côncavas ou ainda os elementos retilíneos, ocorrem com maior freqüência e ocupam maiores extensões nos morros cristalinos, fato que se justifica pela maior dissecação do relevo e maior densidade de drenagem.

Esse aspecto também é evidenciado pela freqüência e extensão dos demais elementos de vertentes, nesse Tipo de Forma de Relevo. Os elementos convexos de alta vertente são mais freqüentes, embora ocupem menor área, pois os topos e terços superiores das vertentes são mais restritos do que nas colinas sedimentares, onde eles se apresentam mais amplos. Também os colos e os elementos convexos e plano-convexos de baixa vertente, são mais freqüentes nos morros cristalinos, embora apresentem dimensões menores.

5.1.1 A foz e o traçado originais do Rio Tamanduateí

Como já relatado, o resgate do traçado meandrante original do trecho final do Rio Tamanduateí, implicou na análise minuciosa de diversos documentos cartográficos e na leitura de vasta bibliografia sobre a história da cidade de São Paulo.

A maioria das plantas antigas da cidade de São Paulo não apresenta o traçado do rio Tamanduateí até sua foz, no Rio Tietê, restringindo-se à sua porção próxima à mancha urbana da vila de São Paulo de então. No entanto, alguns indícios apresentados nesses documentos, levaram à dedução de que a foz do referido rio localizava-se, originalmente, próxima ao Pari, cerca de 3 Km à leste da atual localização.

Ao observar-se, por exemplo, as plantas da cidade de São Paulo de 1810 (Costa); de 1810, reedição de 1841 (Costa); de 1841, e 1847 (Bresser), nota-se que o Rio Tamanduateí,

após sua confluência com o Ribeirão Anhangabaú, deflete à nordeste, em todos os documentos. Também se observa, especialmente nas plantas de 1841 e 1847 (Bresser), que a via, identificada nas legendas desses documentos, como sendo o "caminho para a ponte Sta. Anna" localiza-se à oeste do curso fluvial. De acordo com vários autores (NÓBREGA, 1981; BRUNO, 1991a; SANT'ANNA, 2007; JORGE, 2006, dentre outros) a ponte de "Sta. Anna" corresponde atualmente à Ponte das Bandeiras ou, antes, também conhecida como Ponte Grande, sobre o Rio Tietê, à leste da atual foz do rio Tamanduateí.

Ressalta-se que o mapa de 1847, de Bresser, é o primeiro documento onde aparece o Rio Tietê, incluindo a ponte de Santa Anna, reformada por ele próprio. (CINTRA *in* IODETA, IODETA & CINTRA, 2004).

Figura 8 Planta de São Paulo, de 1810, de Rufino J. F. e Costa.
A seta vermelha destaca as "Sete Voltas"; a seta azul, o rumo nordeste do curso do Rio Tamanduateí, à jusante da confluência do Ribeirão Anhangabaú; a seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz. Observa-se que a planta não abrange a foz do rio Tamanduateí, ou o traçado de seu baixo curso.
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008).

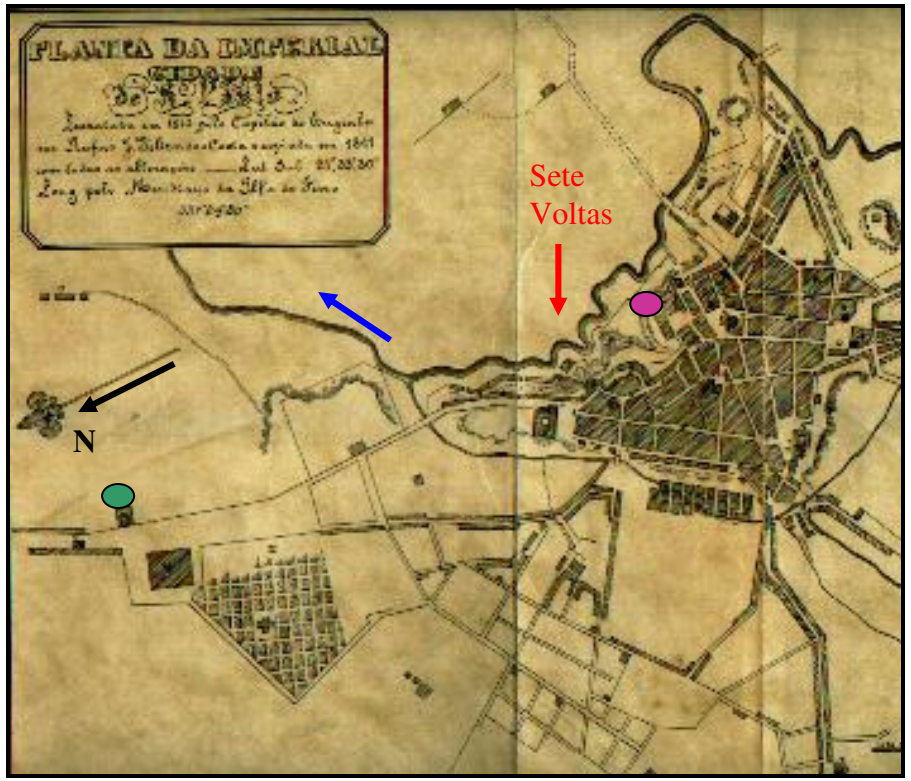


Figura 9 Fragmento da Planta da Imperial Cidade de São Paulo de Rufino J. F. e Costa, 1810 (reedição de 1841, com acréscimos).
A seta vermelha destaca as "Sete Voltas" e a azul, o rumo nordeste do curso do Rio Tamanduateí, à jusante da confluência do Ribeirão Anhangabaú. A seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz. Observa-se que a planta não abrange a foz do rio Tamanduateí, ou o traçado de seu baixo curso.
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008)

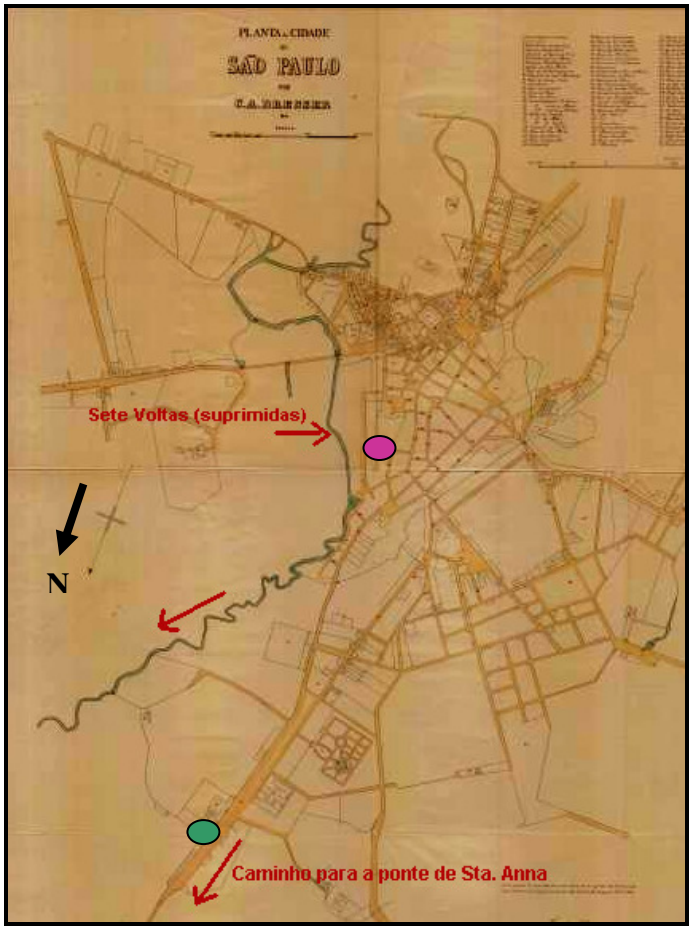


Figura 10 Planta de São Paulo, de 1841, de C. A. Bresser.
As setas vermelhas destacam o trecho onde haviam as "Sete Voltas", agora retificado; o rumo nordeste do curso do Rio Tamanduateí, à jusante da confluência do Ribeirão Anhangabaú e, o caminho para a ponte de Sta. Anna (rumo noroeste). A seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz. Observa-se que a planta não abrange a foz do rio Tamanduateí, ou o traçado de seu baixo curso.
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008)

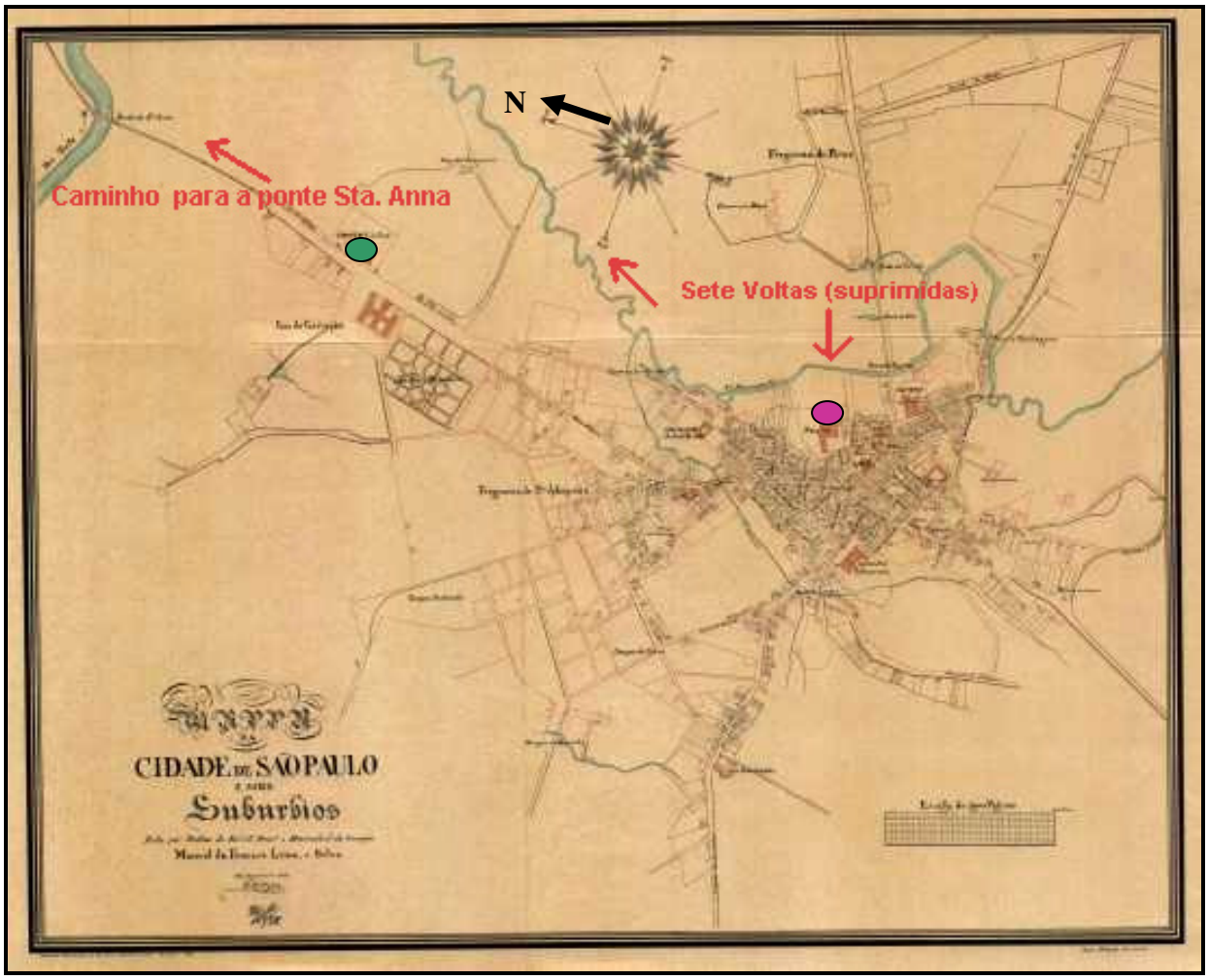


Figura 11 Mappa da Cidade de São Paulo e seus subúrbios (Bresser, 1847)
As setas vermelhas destacam o trecho onde haviam as "Sete Voltas", agora retificado; o rumo nordeste do curso do Rio Tamanduateí, à jusante da confluência do Ribeirão Anhangabaú e, o caminho para a ponte de Sta. Anna. A seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz. Observa-se que a planta não abrange a foz do rio Tamanduateí, ou o traçado de seu baixo curso.
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008)

Já na Planta da Cidade de São Paulo (1868), de Carlos Rath, na **Fig. 12**, aparece o canal aberto, defletindo à esquerda, cruzando o "caminho da Luz". A abertura desse canal fazia parte do projeto de retificação do rio Tamanduateí, elaborado por Bresser e implantado em 1849.

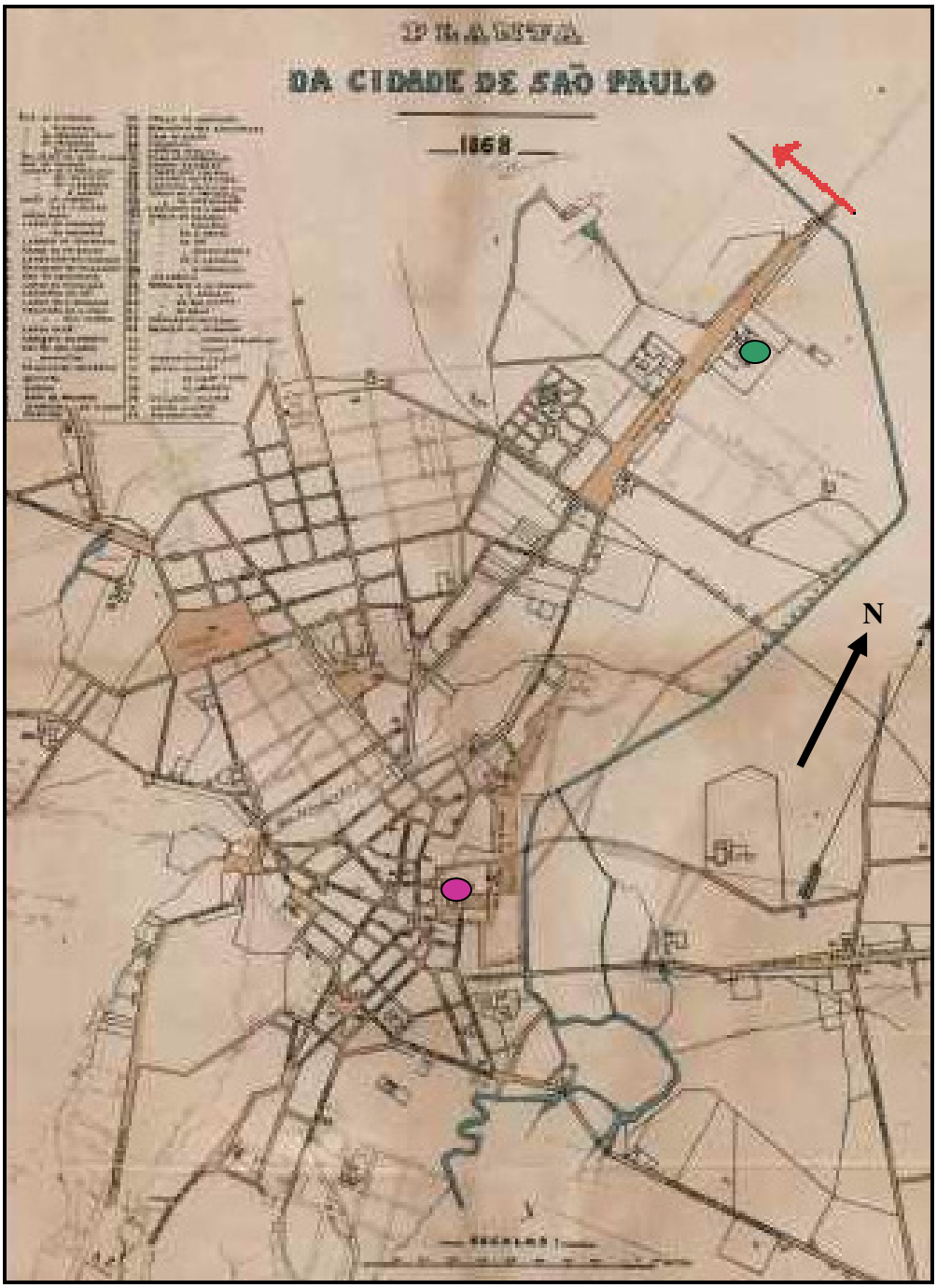


Figura 12 Planta da Cidade de São Paulo, de Carlos Rath, 1868.
A seta vermelha destaca o canal retificado do rio Tamanduateí, defletindo à noroeste. A seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz.
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008)

Entretanto, a observação da Planta da Cidade de São Paulo (Figura 13), de 1901, elaborada pela Seção de Esgotos – Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo, cujo exemplar pertencente ao acervo da Biblioteca Municipal Mário de Andrade, foi reproduzido em Passos & Emídio (2009, p. 47), contribuiu ainda mais para suscitar questionamentos

quanto à localização original da foz do Rio Tamanduateí. Tal reprodução apresenta informações posteriores à sua publicação, traçadas a lápis, por autor desconhecido.

Essas informações adicionais, por si só, não se constituiriam em fonte fidedigna de pesquisa. Muito pelo contrário, outros documentos cartográficos consultados, por também conterem informações acrescidas posteriormente por autores desconhecidos, só acumularam mais incertezas e maior volume de trabalho na análise e interpretação. Essa realidade demandou atenção redobrada para discernir o que realmente poderia ser considerado informação digna de crédito, daquilo que não passava de esboços e rabiscos, sem o rigor da ciência cartográfica que, aliás, em função das limitações técnicas da época, já suscitam dúvidas quanto à precisão de distâncias e dimensões dos objetos representados.

No entanto, no caso da reprodução da planta acima referenciada, chamou a atenção o fato dos “riscos de lápis” adicionados representarem outro traçado para o trecho final do Rio Tamanduateí até o Rio Tietê, coincidindo com a direção apontada nas plantas mencionadas anteriormente, e apresentando também “riscos” que coincidem com a curva de nível da cota de 725 m.

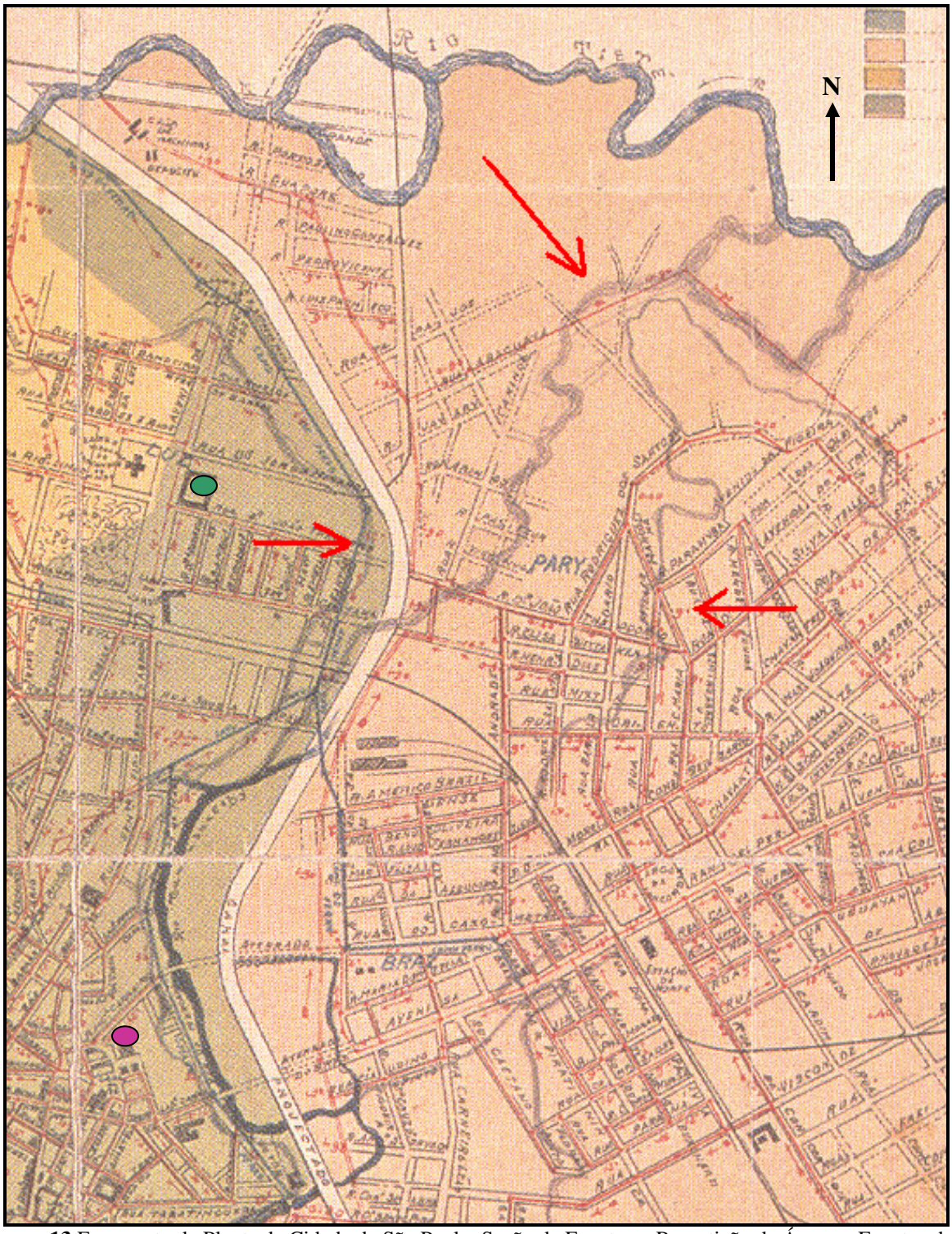


Figura 13 Fragmento da Planta da Cidade de São Paulo, Seção de Esgotos – Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo (1901)

As setas destacam os acréscimos, traçados à lápis, no documento original. A seta na parte superior central da figura indica o traçado original do Rio Tamanduateí, enquanto que as setas mais abaixo, indicam a cota de 725m. A seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz.

Fonte: Reprodução do original pertencente à Biblioteca Municipal Mário de Andrade in Passos & Emídio (2009, p. 47)

Prosseguindo a investigação, encontrou-se um croquis elaborado pelo consagrado historiador Afonso A. de Freitas, em 1892. Esse croquis (FREITAS, 1978, p. 180) integra uma monografia do autor, na qual ele apresenta seus estudos acerca da localização da aldeia Piratininga, do chefe Tibiriçá. Nesse croqui (**Fig. 14**), observa-se o traçado do Rio Tamanduateí, desaguando no rio Tietê, próximo ao Morro do Pari. Tal traçado coincide com aquele esboçado na planta de 1901.

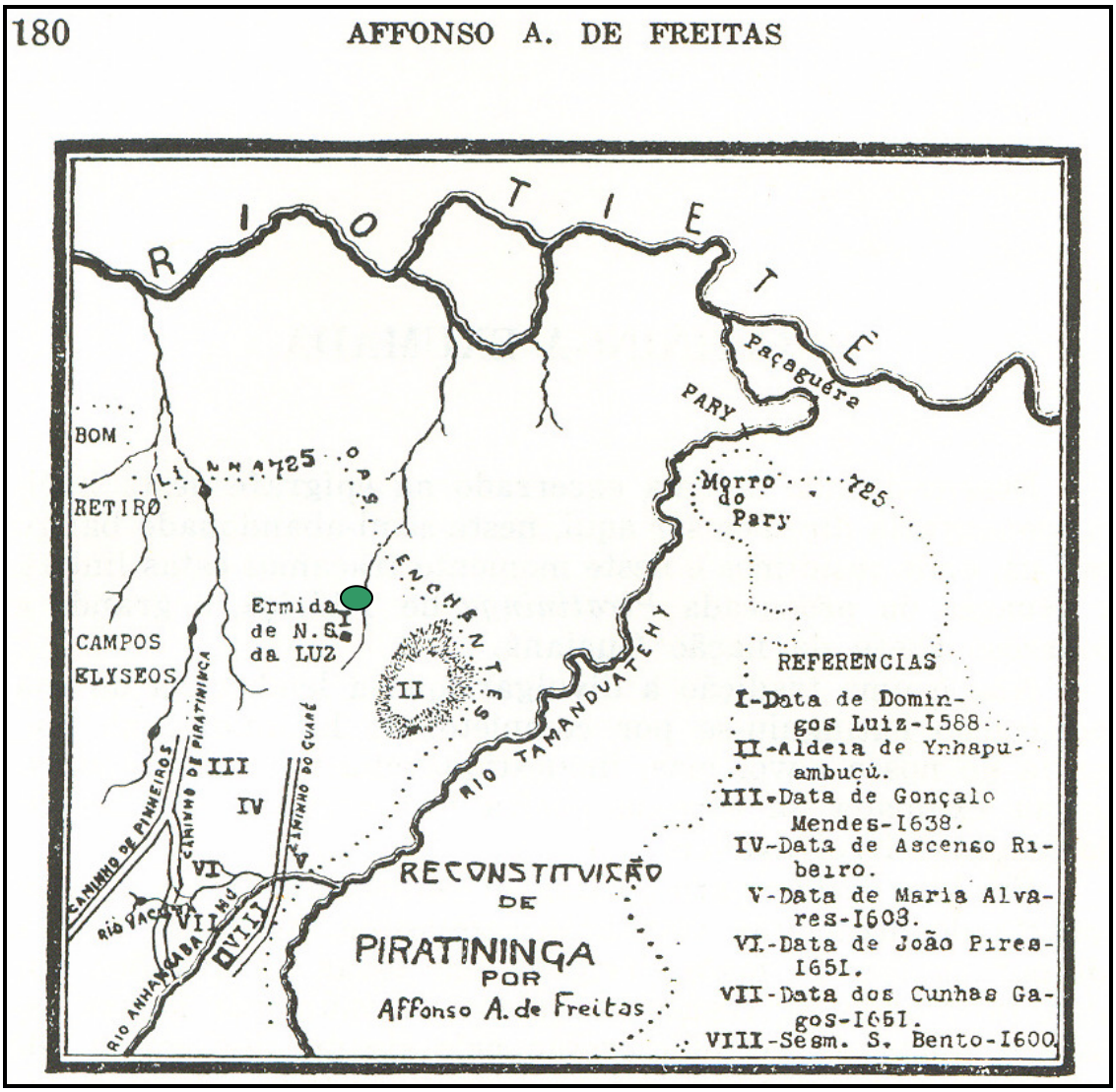


Figura 14 Croquis elaborado por Affonso A. de Freitas, em 1892.
O círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz.
Fonte: Freitas (1978).

Por tratar-se de obra de um historiador de vulto notável[41], cujo espírito investigativo não se limitava apenas à organização de fatos históricos, mas guiava-se também pela dedicação de um verdadeiro geógrafo, buscando espacializar as informações obtidas; passou-se a considerar que as suspeitas iniciais acerca da localização da foz original do Rio Tamanduateí, tornavam-se fundamentadas cientificamente.

Uma citação de Bruno (1991b), extraída de outra obra de Afonso A. de Freitas[42], corrobora com as informações presentes em seu croquis, ao referir-se à retificação do Rio Tamanduateí, com relação à supressão das "Sete Voltas" e também ao deslocamento da foz:

> *A corrente foi afastada* – escreveu Afonso A. de Freitas – *do sopé da montanha, e foram cortadas diversas curvas, nas baixadas de São Bento, para a formação de uma rua que seria a Vinte e Cinco de Março. O canal aberto para substituir esse trecho do rio cortou a Avenida Tiradentes, edificando-se ali a Ponte Pequena.* A cidade , além de ganhar uma rua, se beneficiou assim com o esgotamento relativo da parte extrema da várzea do Pari, mas ainda segundo Freitas, as inundações continuaram fazendo sentir os seus efeitos mais ao sul, nas várzeas de São Bento, do Carmo e mesmo do Cambuci. (BRUNO, 1991b, p.615)

Também na obra de outro renomado historiador, pesquisador dos fatos "piratininganos", o Dicionário de História de São Paulo (Amaral, 1980), encontra-se no verbete referente ao rio Tamanduateí, as seguintes informações acerca da retificação de seu curso e mudança da foz, em 1849:

> [...] Cortaram-se-lhe diversas curvas nas baixadas de São Bento, para a formação da atual Rua 25 de Março, desviando-lhe o curso no trecho em que, da confluência do Anhangabaú, dirigia-se para nordeste, através da várzea do Pari, até contornar o morro desse nome, para alcançar o Tietê. O canal aberto em direção noroeste cortou a Avenida Tiradentes, ao tempo aterrado de Santana, estabelecendo ali a Ponte Pequena e demandando, em linha reta, à corrente do Tietê. (AMARAL, 1980, p. 449)

Ainda, em Lemos (2004) apud Campos, Gama e Sacchettia (2004) encontra-se a seguinte afirmação:

> A propósito, São Paulo também deve a Bresser um importantíssimo projeto levado à efeito em 1849, em que simplesmente transladou a barra do Rio Tamanduateí no

---

[41] Afonso A. de Freitas (1868-1930) foi presidente do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo, e membro da Academia Paulista de Letras, além pertencer à inúmeras associações científicas nacionais e internacionais.

[42] *Prospecto do Dicionário Etimológico, Histórico, Topográfico, Estatístico, Biográfico, Bibliográfico e Etnográfico Ilustrado de São Paulo.*J. Rossetti, São Paulo, 1924.

> Tietê, localizada ao pé do morro do Pari, para três quilômetros abaixo, cortando a avenida Tiradentes, provocando, assim, a construção da Ponte Pequena. (p. 37)

Diante da ausência de outras informações que contradigam essas ora apresentadas, optou-se por considerar como plausível a referida localização original da foz Rio Tamanduateí, próxima ao Morro do Pari e, portanto, cerca de três quilômetros à do local atual, embora nenhum estudo ou mapeamento geomorfológico do município de São Paulo contemple tal informação.[43]

Quanto à supressão das chamadas "sete voltas", o professor Jorge Cintra (in IODETA, IODETA & CINTRA, 2004) adverte que, embora muitos autores afirmem que a retificação do Rio Tamanduateí, em 1849, tenha sido a primeira a ser executada e que teria suprimido as curvas conhecidas como "sete voltas", propiciando a instalação da Rua 25 de Março; no documento cartográfico de 1842, de José Jacques da Costa Ourique **(Fig. 15)**, - e também naqueles de 1841 **(Fig. 10)** e 1847 **(Fig. 11)**, elaborados pelo próprio Bresser (autor do projeto de retificação executado em 1849) -, as referidas curvas já haviam sido retificadas.

Conforme trecho de um Registro Geral da Câmara, datado de 1882 (BRUNO, 1991a.), em 1782-1786 um pequeno trecho do Rio Tamanduateí já havia sofrido retificação.

> [...] estava reduzida simplesmente a um pântano contínuo, devido a ter se consentido que certas pessoas atendendo apenas à suas conveniências tivessem desviado de seu leito natural as águas do Tamanduateí. Em outros tempos ela fora enxuta, sendo mesmo um dos pontos preferidos para o passeio dos moradores da cidade. Obras importantes de retificação tinham sido feitas desde fins do século anterior. A primeira tentativa de enxugo e aformoseamento das várzeas do Carmo e de São Bento – escreveu Afonso Freitas – <u>foi feita ainda no século dezoito, entre 1782 e 1786: abriu-se uma vala que, retificando a curva do rio onde foi depois o largo do Hospício</u>, fazia com que o Tamanduateí marginasse a faixa de terreno onde mais tarde se desenhou a rua da Figueira. Em 1810 fizera-se uma segunda vala pelo centro da várzea, ao mesmo tempo que se construía o aterro em continuação da ladeira do Carmo. (p.212) (grifo nosso)

Portanto, conclui-se que a primeira obra de retificação, no Rio Tamanduateí, data do século XVIII. Mais tarde, em 1810, foram efetuadas outras intervenções importantes como abertura de valas e construção de aterrado do Brás. Em 1841, nova retificação suprimiu as

---

[43] Observa-se que Almeida (1953) em sua Carta Geomorfológica do Planalto Paulistano e vizinhanças, e Ab'Saber, em seu Esboço Geomorfológico do Sítio Urbano de São Paulo AB'SABER (1957), mapearam a foz do rio Tamanduateí exatamente no mesmo local onde se encontra atualmente.

"Sete Voltas" e, em 1849, de acordo com o projeto de Bresser, é que se efetuou a retificação de um trecho mais extenso, à jusante, bem como o deslocamento da foz do rio.

Figura 15 Carta da Capital de São Paulo, 1842. Ourique, J. J. da Costa.
A seta vermelha destaca o trecho onde haviam as "Sete Voltas", agora retificado; a seta azul, indica o rumo nordeste do curso do Rio Tamanduateí, à jusante da confluência do Ribeirão. A seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. O círculo lilás indica o Páteo do Colégio e o círculo verde indica a Igreja e Convento da Luz
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008)

CAPÍTULO 6 - RESGATE HISTÓRICO DA URBANIZAÇÃO E DAS MUDANÇAS ANTROPOGÊNICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ

"Os rios, ôh minha doce amiga, na beira dos rios
É a terra de povoação em que as cidades se agacham
E de noite, que nem feras de pêlo brilhante, vão beber...

Pensa um bocado comigo na vasta briga da Terra,
E nas cidades que nem feras bebendo na praia dos rios!
Insiste ao pé de mim neste meu pensamento!
E os nossos corações, livres do orgulho,
Mais humilhados em cidadania,
Irão beber também junto das feras."
Mário de Andrade, *Poemas da Amiga (1929-1930)*

Ao iniciar este capítulo, que objetiva o resgate de aspectos históricos da ocupação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, bem como a identificação de mudanças no sistema físico natural, decorrentes da ação antrópica, fazem-se necessários alguns esclarecimentos.

Primeiramente, as informações foram selecionadas com o intuito de contextualizar historicamente as intervenções antrópicas do processo de urbanização na área de estudo. Se, inicialmente, tem-se a impressão de tratar-se meramente de um resgate da história da cidade de São Paulo, isto decorre do fato da história da ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí estar diretamente relacionada à história da cidade de São Paulo. Embora a área compreenda também outros municípios vizinhos, a história destes também se vincula à história da cidade de São Paulo, por força de fatores políticos, administrativos, econômicos ou sociais. Não se trata aqui de uma afirmação de centralidade e poder da cidade sobre a periferia, e sim das relações da cidade e seus subúrbios[44], ou simplesmente da espacialização da evolução da ocupação da área que se processou, historicamente, de jusante à montante na bacia hidrográfica.

[44] Sobre este aspecto ver Martins, J. de Souza: A aparição do demônio na fábrica: origens sociais do eu dividido no subúrbio operário. Ed. 34, São Paulo, 2008.

Desde os primórdios de sua fundação, a Vila de São Paulo mantinha estreitas relações com as áreas que atualmente correspondem aos municípios de Santo André, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo e Mauá. Lembrando que o primeiro núcleo de ocupação colonial do planalto – a Vila de Santo André da Borda do Campo, logo foi transferida para São Paulo dos Campos de Piratininga.

Além disso, por muito tempo, essas áreas foram as principais fornecedoras de produtos agrícolas para a vila de São Paulo e, por muitos anos, esses atuais municípios foram distritos da cidade de São Paulo.

Outro aspecto a ser mencionado refere-se aos conceitos de "cidade" e de "urbanização". Embora se tenha plena consciência das amplas discussões que tais termos suscitam na ciência geográfica, principalmente no campo da Geografia Humana, o presente estudo não objetiva essa discussão. Via de regra, considera-se como marco da urbanização brasileira o fim do século XIX. No entanto, na presente análise acerca das mudanças antropogênicas decorrentes do processo de urbanização, julgou-se necessário considerar períodos anteriores. Desse modo, embora a Vila de Piratininga tenha apresentado, por muito tempo, estruturas de comércio e serviços bastante incipientes, essas funções parecem ainda ter sido mais significativas na vila do que outras, como a agrícola, por exemplo. Além disso, conforme será descrito a seguir, já nesse período foram identificadas ações antrópicas relacionadas diretamente ao processo de urbanização ou, ao menos, ao estabelecimento de um núcleo urbano.

Ressalta-se ainda que, como se pode observar adiante, em citações extraídas da literatura consultada, muitos autores - quer sejam historiadores, sociólogos, arquitetos, e mesmo geógrafos -, empregam os termos "cidade" e "área urbana" independentemente do período ser ou não anterior ao final do século XIX.

6.1 DA FUNDAÇÃO DE SÃO PAULO DOS CAMPOS DE PIRATININGA À IMPERIAL CIDADE

(Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí até 1881)

6.1.1 O Rio Tamanduateí e suas Várzeas: Uma dádiva para a Villa de São Paulo dos Campos de Piratininga

A Bacia do Rio Tamanduateí apresenta importância histórica no início da colonização do País, e a ocupação do território paulista está intimamente relacionada à presença desse rio, antes mesmo da chegada dos colonizadores europeus.

De acordo com Zagni (2004),

> Para os índios estabelecidos nessa região, antes da chegada do colonizador europeu, o fenômeno das cheias regulares do rio, conformando regiões extensas de várzeas ao longo de seu curso, fazia com que um número grande de peixes encalhasse nas regiões que haviam sido inundadas quando as águas voltavam ao seu nível normal, morrendo e secando ao sol. A importância desse fenômeno natural para a sobrevivência das tribos, ao qual se seguia a atividade de coleta desses mesmos peixes, fez com que a designação dada pelos índios ao território fosse 'Piratininga', que do tupi traduz- se como 'peixe seco' e demonstra o quanto a sobrevivência dessas tribos estava ligada à ocorrência de suas várzeas. A própria designação Tamanduateí faz menção ao mesmo fenômeno, pois um grande número de tamanduás podia ser visto ao longo das margens abandonadas temporariamente pelas águas que retomavam seu nível normal, alimentando-se das formigas que se aglomeravam em torno dos peixes mortos.(p. 1-2)

Além de fornecer alimentos, o rio Tamanduateí[45], constituía-se em importante via de conexão do litoral com o interior paulista. Tal via, além de largamente utilizada pelos índios que traçavam trilhas associadas aos caminhos fluviais, também foi, mais tarde, utilizada pelos portugueses, que se serviam do leito navegável do rio. **(Fig. 16)**

[45] Alguns autores sugerem que o Rio Tamanduateí era denominado, inicialmente, Rio Piratininga.

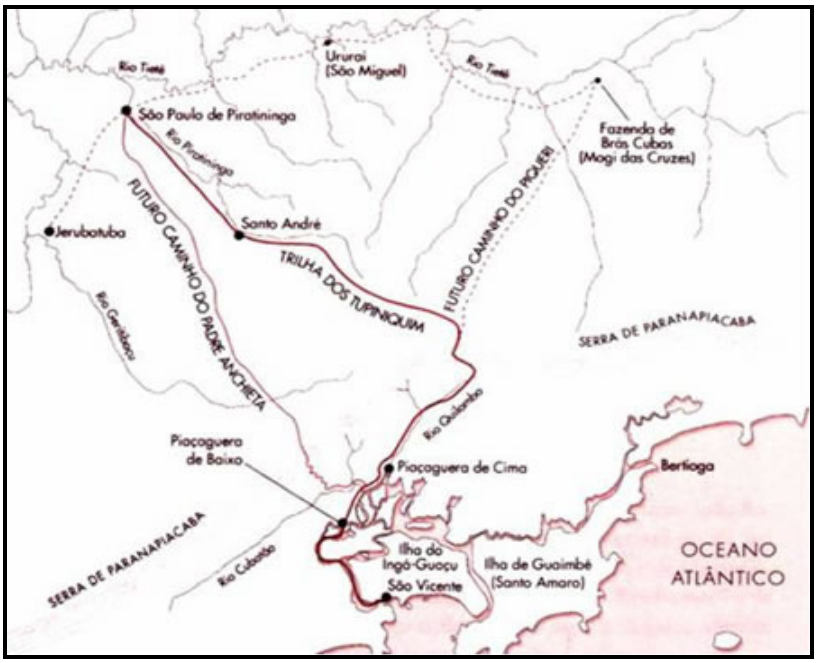


Figura 16 A Trilha dos Tupiniquins
A Trilha dos Tupiniquins foi por muito tempo utilizada por índios e portugueses para a subida da serra, passando nas cercanias do Rio Piratininga, futuro Rio Tamanduateí.
Fonte: BUENO, E. (1998)

Se, por um lado, a disponibilidade de alimentos e acessos condicionou a fixação dos índios nos terraços da beira do Tamanduateí, também para o estabelecimento e desenvolvimento da vila de São Paulo de "Piratininga" nas colinas, o rio foi essencial.

> O rio, junto do córrego Anhangabaú, teve suma importância estratégica quando da chegada dos jesuítas no Planalto de Piratininga, uma vez que as relações conflituosas entre religiosos e tribos indígenas hostis podiam ser constatadas pela escolha primeiro da instalação da missão jesuíta em uma cota topográfica superior, o que possibilitava a observação da movimentação de tribos em evolução de um possível ataque, e desta forma a disposição do curso tanto do Tamanduateí como do Anhangabaú, cujo curso serpenteava o planalto, constituía um obstáculo natural de difícil transposição para tribos mobilizadas ao ataque, dando aos religiosos, assistidos por índios convertidos, tempo para se disporem defensivamente, no que eram auxiliados por um muro que cercava a missão, dando-lhe o aspecto de fortificação militar. (ZAGNI, 2004, p.2).

Em razão das características dos principais rios paulistanos, cujos traçados meandrantes corriam por extensas e amplas planícies e seus regimes marcados pelas cheias sazonais, esses cursos d'água desempenhavam ainda, função de proteção.

> Assentada no cimo de uma colina pouco elevada, a São Paulo de Piratininga achava-se rodeada por inúmeros cursos d'água. O sopé da colina era banhado pelo Rio Tamanduateí e pelo Ribeirão Anhangabaú, enquanto mais afastado, ao norte, corria o Rio Tietê. Desde o século XVI, os arredores de São Paulo sofriam cheias regulares durante a estação das chuvas. Naquela época, essas inundações apresentavam um aspecto muito positivo, pois transformavam a colina em

> verdadeira península, garantindo a segurança da vila durante os meses de verão. (PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p.)[46]

Mombeig (1958) também observa esse aspecto de proteção oferecido pelas características geográficas da área:

> Dentre todas as colinas, os fundadores escolheram para o seu colégio as que dominam de um lado o Tamanduateí, de outro as barrancas do Anhangabaú. Em parte alguma a escarpa que se precipita sobre as várzeas é tão bem marcada e em parte alguma parece haver tantas garantias de segurança. Por isso, foi nessa ponta triangular que se fixou durante muito tempo São Paulo, a 750 metros de altitude, no Pátio do Colégio. (p.183)

Além de influenciar a escolha da área para a implantação do colégio jesuítico, a presença do rio Tamanduateí, em função do seu potencial de navegação, também teve importância fundamental para o estabelecimento das relações comerciais na vila de São Paulo.

> Para abastecer a cidade embrionária, situada nos altos das colinas, por entre igrejas, criou-se uma zona rural no assimétrico vale do Tamanduateí, reduzindo a dependência de produtos alimentícios importados da região de Santo André da Borda do Campo. O campo estendia-se pelos terraços da atual região da Moóca, Brás e Pari, através de um modesto modelo de cerrados. (AB'SABER, 2004b, p. 14)

Produtos vindos de fazendas mais distantes ou mesmo do litoral, podiam ser facilmente transportados em pequenas embarcações, e depois descarregados em um porto situado logo abaixo da ladeira - a Ladeira Porto Geral, que desce próxima ao mosteiro São Bento.

Toledo (2004), evidencia ainda a importância cênica da região da Várzea do Carmo[47], por se tratar de uma das primeiras e principais vistas da cidade por parte daqueles viajantes que chegavam, vindos principalmente do Rio de Janeiro, entrada pela qual desfilavam figuras ilustres. Neste sentido, o "Código de Posturas da Câmara Municipal da Imperial Cidade de São Paulo", editado em 1875, estabelecer em seu artigo 25 a obrigatoriedade em manter-se apresentáveis, pintadas e caiadas periodicamente, as "... frentes e outões (...) bem como os fundos [das casas] que deitarem para (...) a Várzea do Carmo..."

---

[46] Disponível em http://www.arquiamigos.org.br/info/info05/index.html. Consultado em novembro de 2009. Sem numeração de páginas.

[47] A planície de inundação recebia várias denominações locais (várzea do Carmo, do Glicério, do Mercado, do Cambuci, entre outras)

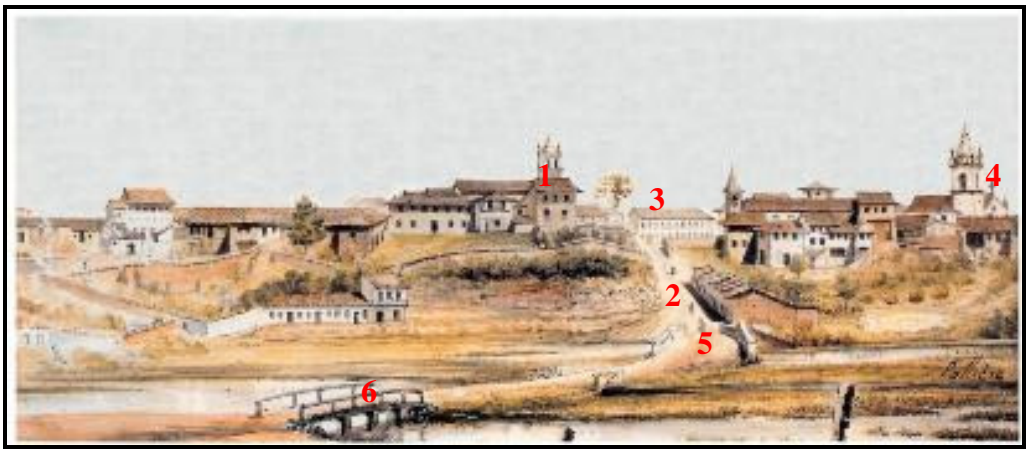


Figura 17 Vista da cidade à partir da Várzea do Carmo em 1821
Aquarela de Arnaud Julien Pallière, 1821.
1 – Igreja do Carmo; 2 - Ladeira do Carmo (atualmente, início da Avenida Rangel Pestana); 3 – Convento Santa Teresa; 4 - Igreja do Colégio; 5 - Ponte do Carmo sobre o canal original do rio Tamanduateí; 6 - Ponte de madeira, sobre canal aberto na várzea. (Identificação dos elementos a partir de Toledo, 2004, p. 35)
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2006)

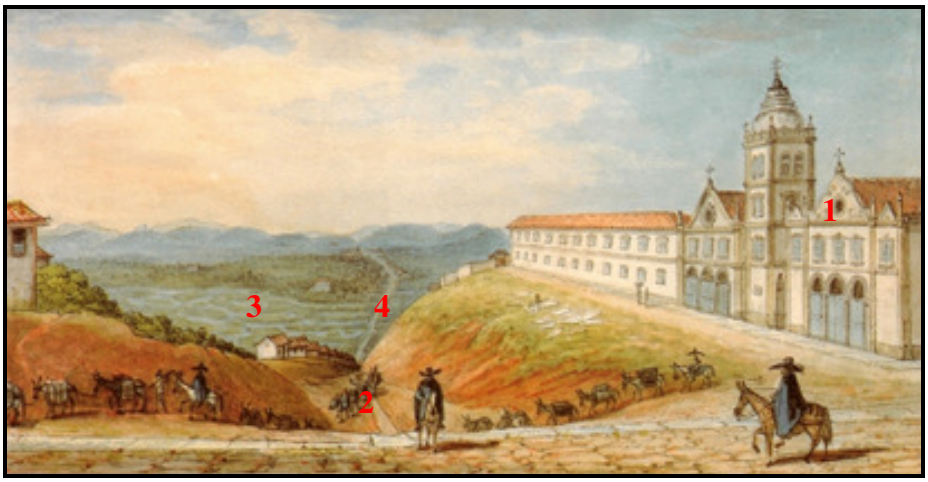


Figura 18 Entrada de São Paulo pelo caminho do Rio de Janeiro.
Aquarela de Jean-Baptiste Debret, 1827.
1 – Igreja do Carmo (onde atualmente se localiza o prédio da Secretaria da Fazenda); 2 - Ladeira do Carmo; 3 – Várzea do Carmo; 4 – Aterrado do Brás. (Identificação dos elementos a partir de Toledo, 2004, p. 35)
Fonte:PMSP/SMC/DPH (2006)

Além de artistas estrangeiros, cujas obras apresentadas acima expressam encantamento com os rios e ribeirões paulistanos, muito outros estrangeiros também manifestaram a mesma opinião. Dentre eles, por exemplo, estava o botânico francês Saint-Hilaire. Do mesmo Tamanduateí ele diria que o rio "serpenteando através das pastagens úmidas, [dava] mais encanto à paisagem." Esta paisagem, por sinal, incluía a Várzea do Carmo, atual Parque D. Pedro II, a qual definiu como uma "planície sem acidentes que apresenta uma encantadora alternativa de pastagens rasteiras e de capões de mato pouco elevados [...] nas partes em que

há mais água, o solo é entremeado de montículos cobertos de espessos tufos de relva." (PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p.)

Além do aspecto cênico, os rios e suas várzeas eram utilizados pela população como locais de confraternização, de brincadeiras e jogos.

Desde os primeiros tempos da cidade, o Rio Tamanduateí e sua várzea constituíam pontos de encontro e lazer, como um local privilegiado para banhos, principalmente nos dias de forte calor, quando então "bandos e bandos de indivíduos de ambos os sexos, iam banhar-se no Tamanduateí e nas lagoas por ele formadas no seu extravasamento", conforme relatou o historiador Taunay. Referindo-se ao que acontecia nos rios da cidade pelos anos de 1700, o Padre Manuel da Fonseca escreveu que "era costume antigo em São Paulo, ou porque fosse maior a sinceridade daqueles tempos, ou porque estando menos povoada esta terra, [saíam] seus moradores no tempo do verão, nas horas em que o calor do sol mais acendia, a banhar-se nos rios Tietê, Tamanduateí, que com suas águas regam aquela cidade." O único incômodo que havia nesses banhos, notou Taunay, "vinham a ser as picadas de mosquitos, então inumeráveis e insuportáveis, volantes sanguessugas que buscavam sua vida no sangue alheio". Continuando por todo o século XIX, os banhos no Tamanduateí somente foram desaparecer por volta de 1890, e isto por força da repressão policial, "talvez por causa dos espetáculos de nudismo ou pelo perigo que ofereciam essas atividades [...] sobretudo quando praticadas por menores", disse Ernani da Silva Bruno[48]. (PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p.)

No entanto, se os cursos d'água desempenharam um papel fundamental para o desenvolvimento da cidade fornecendo alimento através da pesca, servindo como vias de circulação de mercadorias e proporcionado recreação, ao mesmo tempo, eles também tinham a função de encaminhar para longe a sujeira (lixo e esgoto) produzida pelos moradores.

[48] BRUNO, Ernani Silva. *História e tradições da cidade de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1984. 3 v.

Infelizmente, este segundo uso prevaleceu (e prevalece até hoje), o que culminou em conseqüências desastrosas.

6.1.2 Ocupação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí até meados do século XIX

Desde a época da fundação do colégio jesuítico até final do século XVIII[49], a ocupação da área restringia-se ainda ao interflúvio Anhangabaú-Tamanduateí. Somente no início do século seguinte, começa a avançar modestamente sobre a vertente da margem esquerda do ribeirão Anhangabaú – onde se formaria a chamada "Cidade Nova"[50] - ainda que nesse trecho, inicialmente, o uso da terra apresentasse características mais rurais do que propriamente urbanas.

Quanto ao restante da área correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, a ocupação era extremamente rarefeita, composta por propriedades rurais.

De acordo com EMPLASA (2001b), em 1765, São Paulo abrigava 1.516 moradores livres na zona urbana da cidade, distribuídos em 392 fogos. Considerando-se também os bairros limítrofes ao núcleo central (Santa Ifigênia, Brás, Penha, Nossa Senhora do Ó e São Bernardo), perfazia um total de 2.322 habitantes, distribuídos em 507 fogos. Já no ano de 1836, o núcleo central passa a abrigar um total de 5.568 habitantes, incluindo-se agora na contagem, também os escravos, e apresenta 1.176 fogos. Somando-se aos dados referentes aos bairros limítrofes, contabiliza-se um total de 8.125 habitantes (livres e escravos), e um total de 1.301 fogos. (EMPLASA, 2001b, p.33)

---

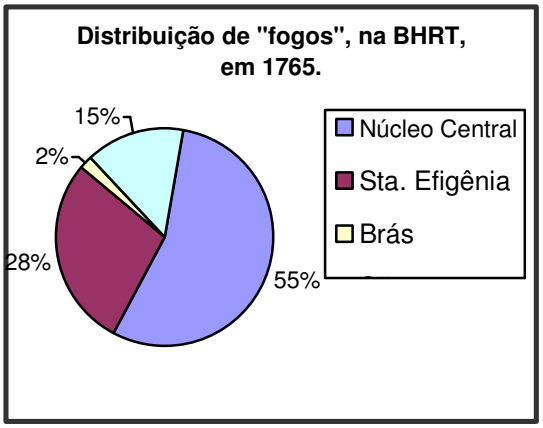
[49] Em 1558 a povoação de São Paulo de Piratininga foi elevada à categoria de Vila, e em fins daquele século contava com cerca de 150 fogos (casas). PORTO (1992, p.12). Em 1711, através da Carta Régia de 11 de Julho, a Vila de São Paulo foi elevada à categoria de cidade.

[50] Em 1808, a partir da abertura de algumas ruas do lado esquerdo do Ribeirão Anhangabaú, no Morro do Chá, começa a formar-se a chamada "Cidade Nova" cujo núcleo seriam as Praças da Artilharia e da Legião (atualmente Largo do Arouche).

ZONAS	1765		1836			Total
	Fogos	Habitantes Livres	Fogos	Habitantes Livres	Habitantes Escravos	
Núcleo Central	**392**	**1.516**	**1.176**	**3.593**	**1.975**	**5.568**
Bairros Limítrofes						
Santa Ifigênia	200	889	479	2.238	826	3.064
Brás	14	73	122	538	131	669
Penha	100	450	209	946	260	1.206
Nossa Senhora do Ó	88	408	260	1.235	544	1.779
São Bernardo	105	502	231	1.001	408	1.407
Sub-Total	**507**	**2.322**	**1.301**	**5.958**	**2.167**	**8.125**
Bairros Periféricos						
Juqueri	281	959	445	1.908	273	2.181
Guarulhos	349	1.374	406	1.704	561	2.265
Cotia	349	1.735	740	3.185	609	3.794
Santo Amaro	377	1.770	vila	----------	----------	----------
Atibaia	439	2.425	vila	----------	----------	----------
Nazaré	303	1.393	vila	----------	----------	----------
Jagari	280	1.266	vila	----------	----------	----------
Sub-Total	**2.378**	**10.922**	**1.591**	**6.797**	**1.443**	**8.240**
Total	**3.277**	**14.760**	**4.068**	**16.348**	**5.585**	**21.933**

Tabela 14 Cidade de São Paulo e seus arredores. População e Número de Fogos, segundo os Bairros 1765-1836.
Fonte: EMPLASA (2001b)

A partir dos dados apresentados na tabela acima, é possível estabelecer os seguintes quadros para a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí:



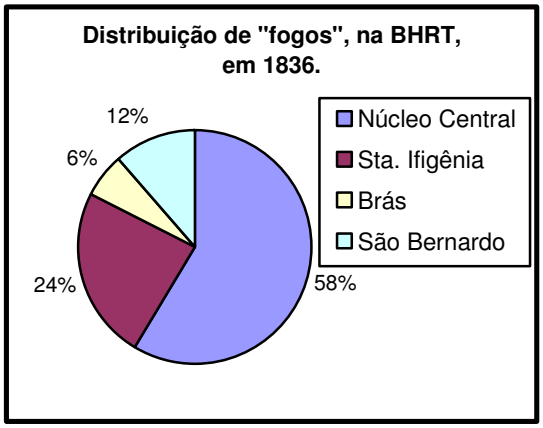


Gráfico 4 e Gráfico 5 – Gráficos comparativos sobre a distribuição de "fogos" na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí em 1765 e 1836.
Fonte: Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

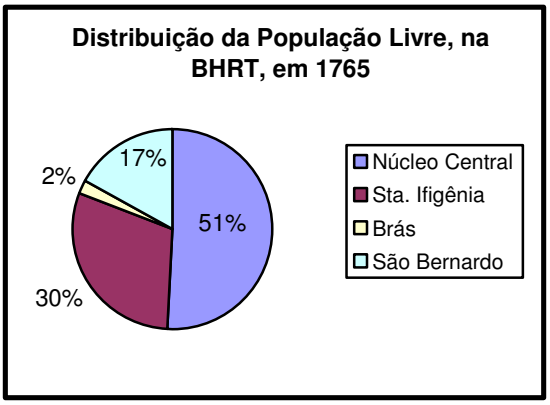
A observação dos gráficos acima, permite constatar que a ocupação na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, concentrava-se no núcleo central e, secundariamente, no bairro de Santa Ifigênia, nos dois períodos. Observa-se ainda que, em termos proporcionais, verifica-se um crescimento na participação do número de "fogos" no Brás, enquanto que no bairro Santa Ifigênia e São Bernardo há uma ligeira diminuição.

Cabe ressaltar que, nessa época, São Bernardo era considerada como área pertencente à cidade de São Paulo sendo, em 1812, reconhecida como Freguesia. "A Freguesia, espécie de distrito de São Paulo, abrangia área que não tinha limites exatos. Não equivale ao território atual da Região do Grande ABC, pois dela não fazia parte o bairro rural de São Caetano." (www.santoandre.sp.gov.br/conhecaacidade/bn_conteudo asp?cod358)

Sobre a área que atualmente corresponde ao Grande ABC, encontram-se as seguintes informações:

> Já em 1561, grande parte das terras foi concedida como sesmaria a Amador de Medeiros, ouvidor da Capitania de São Vicente. Boa parte dessa semaria foi repassada, em 1637, à Ordem de São Bento, formando-se ali a Fazenda São Bernardo, área atualmente ocupada em grande parte pelo município de São Bernardo do Campo. Outra área importante de domínio dos beneditinos era a Fazenda São Caetano, doada à ordem em 1631 pelo Capitão Duarte Machado e sua esposa Joana Sobrinha. As outras terras eram menores e foram passando por vários donos até o início do século 20, quando foram loteadas. (www.santoandre.sp.gov.br/bnews/images/multimidia/programas/historia/pdf)

Segundo Scifoni (1994), a ocupação dessa área deu-se em três vetores distintos: ao longo do antigo Caminho do Mar, que fazia ligação entre Santos e São Paulo; nas proximidades da várzea do Rio Tamanduatei, e nas terras das duas fazendas dos monges beneditinos, fundadas em área dos atuais municípios de São Caetano do Sul e São Bernardo do Campo.



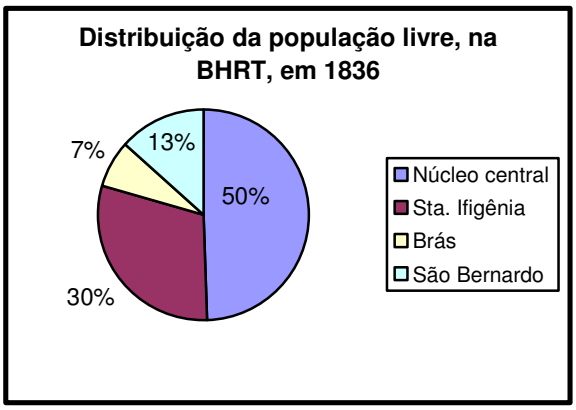


Gráfico 6 e Gráfico 7 – Distribuição da População Livre na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí em 1765 e 1836.
Fonte: Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

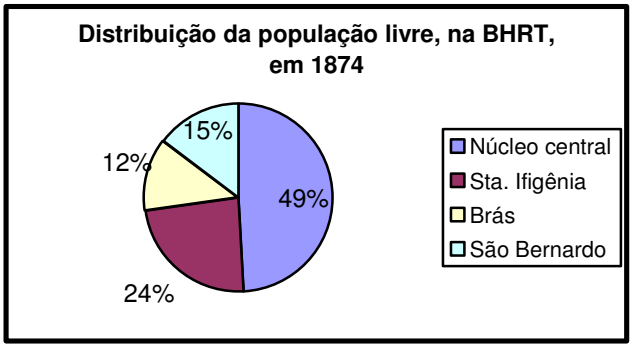


Gráfico 8 – Distribuição da População Livre na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí em 1874.
Fonte: Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Comparando-se os gráficos 6 e 7 se observa, entre os dois períodos, um aumento na concentração da população livre no bairro do Brás e ligeira diminuição nos demais.

Já entre 1836 e 1874 (gráficos 7 e 8), observa-se uma redistribuição nos percentuais de distribuição da população, elevando-se, sobretudo, no Brás e em São Bernardo, provavelmente em decorrência da dinamização imposta pela implantação da ferrovia. No entanto, segundo Porto (1992) até 1874, o bairro do Brás não existia como centro arruado, mas era formado por diversas chácaras.

Na Tabela 15, apresentam-se os números absolutos da população livre e sua distribuição na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, bem como a percentagem de aumento entre os anos de 1836 e 1874.

Freguesias	**População**		**% de**
	1836	**1874**	**aumento**
Sé	5.568	9.223	65,6
Santa Ifigênia	3.064	4.459	45,5
Brás	669	2.308	245,0
São Bernardo	1.407	2.787	98,0
Total	10.708	18.777	75,3

Tabela 15 Distribuição da população na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1836 e 1874.
Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Embora os dados não reflitam a realidade do número total de habitantes na área, pois computam apenas a população livre, é possível, ainda assim, ter-se uma idéia da ocupação da

área. Lembrando que a ausência de dados sobre a população total (livres e escravos) para essa época, exprime muito bem a mentalidade escravagista, que considerava apenas os homens livres como cidadãos, enquanto que os escravos eram considerados como propriedade.

No início do século XIX, Saint-Hilaire faz a seguinte descrição sobre a cidade de São Paulo:

> As ruas da cidade, situadas no flanco da colina e pelas quais se desce ao campo, são as únicas em declive; as outras se estendem sobre terreno plano. Todas são largas, bastante retas e os veículos podem pelas mesmas circular facilmente. As mais belas são as ruas Direita e Antonio Luiz. Algumas são inteiramente calçadas, mas o calçamento é imperfeito; outras só o são diante das casas. Há em São Paulo várias praças públicas, por exemplo, a do Palácio, a da Catedral e a da Casa da Câmara Municipal, mas todas são pequenas e nenhuma delas é perfeitamente regular. A pouca distância da cidade existe, entretanto, uma praça muito espaçosa denominada do Curro, cujo nome, que significa a arena em que se realizam touradas, indica o fim que a mesma se destina.
> (TOLEDO, 2004, p. 19)

Através dessa descrição pode-se perceber que o limite do que se entendia por "cidade" ou "área urbana", mesmo em princípios do século XIX, ainda se restringia à área do Triângulo Central. A Praça do Curro, atual Praça da República, segundo o cronista, localizava-se fora da cidade.

> Para que se tenha uma idéia do crescimento da cidade desde a sua fundação, em 1554 até 1872, ela cresceu muito pouco, passando nesse período de 100 para 31,4 mil habitantes. O seu incremento populacional anual nesses 318 anos, equivalia ao crescimento da Grande São Paulo a cada duas horas na década de 80. (EMPLASA, 2001a, p.50-51)

6.1.3 A cidade de barro

Segundo Toledo (2004),

> Até o advento da ferrovia, São Paulo era uma cidade de barro, "a mud city", como a chamou um viajante inglês. De barro eram "as altas torres", as casas térreas, os sobrados e ... a cadeia. De terra, as ruas sem calçamento e de "barro pisado" o piso do Largo do Palácio, presumivelmente o melhor da cidade, Esta última técnica consistia em apiloar argila misturada com seixos rolados obtidos em rios. (p. 10)

A expressão "cidade de barro", emprestada de Toledo (2004), para intitular esse item, reflete bem a importância do meio físico enquanto recurso natural e explicita as modificações

antrópicas decorrentes da urbanização, principalmente no que se refere à utilização dos "materiais superficiais" enquanto fonte de "materiais de construção".

O sistema construtivo dominante desde o quinhentismo até o final do século XVIII, no planalto de "Piratininga", era a taipa de pilão e também o chamado pau-a-pique ou, taipa de mão. A adoção desse sistema, muito antigo em Portugal, explica-se pela dificuldade de obtenção de outros materiais, tais como pedra e cal, e pela farta disponibilidade de argila, embora essa poderia ter sido usada para a construção de tijolos.

> Situação muito diferente do Rio de Janeiro por exemplo – onde as pedreiras estavam perto – ou das cidades litorâneas do Nordeste, onde a facilidade de comunicação com a Europa e a abundância de recursos permitiu que houvesse casas construídas com pedras carregadas de Lisboa como lastro de navios. (TAUNAY, 1926 apud BRUNO, 1991a. p.118)

Em 1723, quando se projetava a edificação do edifício da Câmara e Cadeia, apesar de recomendações para que se construísse uma casa-forte que evitasse as fugas de prisioneiros, uma Carta Régia dizia: "Como não há em São Paulo pedra e cal, que se fizesse com madeiras e vigas, de acordo com a rotina." Ainda entre 1855-1860, utilizou-se na construção do grande edifício do Seminário Episcopal o sistema da taipa, uma vez que não havia indústrias de tijolos que pudessem fazer o fornecimento necessário.(BRUNO, 1991a e 1991b.)

Ainda conforme relata Bruno (1991b), havia, em 1857 na cidade de São Paulo, nove pequenas fábricas de telhas e de tijolos. No entanto, os tijolos eram usados apenas para ladrilhar.

Bruno (1991a.), ao discorrer sobre a aparência das moradias da época, afirma que

> Embora predominasse nelas o branco da tabatinga – saibro ou barro branco tirado de certos locais da beira do Tamanduateí, de onde se originou o nome Tabatinguera – é possível que as fachadas de algumas dessas habitações fossem pintadas de cores vivas. (p.119)

Mas o termo "cidade de barro" não se refere apenas ao emprego da taipa. Encontrou-se diversos trechos de descrições do ambiente urbano nessa época, que forneceram informações interessantes para a avaliação de mudanças antropogênicas no sistema físico natural.

Sobre as ruas paulistanas, Bruno (1991a) faz o seguinte comentário:

> Só muito lentamente, através de um esforço que podia ser – sem exagero – chamado de heróico, do seu poder municipal, foram sendo arrancadas, essas vias públicas, do estado bruto em que viviam no quinhentismo – ainda meio confundidas com a paisagem nativa mas já afetadas pela sujeira das pocilgas e dos bichos soltos – para irem se caracterizando, embora modestamente, sobretudo a partir de meados dos seiscentismo, como locais de fisionomia mais especificamente urbana. E a partir de fins do setecentismo, podendo já ostentar uma rude pavimentação. (p.149)

Em fins do quinhentismo, as ruas e pátios eram constituídos por solo nu, apenas "grosseiramente ajeitado para que servisse aos seus objetivos rudimentares de ligação". Encontram-se nas Atas da Câmara, já nessa época, solicitações de vereadores "para que o meio-fio das ruas fosse ladrilhado – isto é, calçado com tijolos – para que a água das chuvas pudesse correr à vontade." BRUNO (1991a, p.152)

No entanto, somente no final do século XVIII, o poder municipal passa a promover, de fato, o calçamento das ruas.

> Entretanto o calçamento só começou a ser feito na penúltima década do setecentismo: de 1781 a 1784, durante o governo de Francisco da Cunha Meneses. Pavimentação que se fez com o limonito vermelho e duro que havia em certos campos vizinhos. BRUNO (1991a, p.163)

Com o intuito de conter a terra, durante as enxurradas, eram feitas cintas de pedras, colocadas de distância em distância, transversalmente aos leitos transitáveis de ruas ou ladeiras não pavimentadas.

Bruno (1991a) aponta ainda interessantes depoimentos de viajantes estrangeiros sobre as ruas de São Paulo, no início do século XIX. Segundo o mineralogista Mawe, que visitou a cidade em 1807, o calçamento das ruas era feito com "grés cimentado com óxido de ferro, contendo grandes seixos de quartzo redondo".

> Esse pavimento era uma formação de aluvião – explicou o inglês – contendo ouro, de que se encontravam muitas partículas em fendas e buracos, depois das chuvas pesadas, quando eram diligentemente procuradas pelos pobres. Aliás, segundo a *Viagem Mineralógica*, de Martim Francisco e José Bonifácio, viam-se mesmo pessoas catando pepitas de ouro arrastadas pelas enxurradas, nos barrancos existentes em torno da igreja do Carmo, quando acabavam os aguaceiros fortes. BRUNO (1991a, p.170)

Alguns anos mais tarde, Von Martius escreveu que as ruas de São Paulo eram, em parte, pavimentadas com "quartzo branco encontrado no granito gnaissificado existente nas cercanias da cidade". Já Saint-Hilaire apontava que algumas ruas, apesar de serem totalmente pavimentadas, possuíam um calçamento bastante imperfeito; enquanto que outras só possuíam calçamento nos passeios diante das casas. "Nessa época - observou Nuto Santana – as nossas ruas se calçavam com pedras brutas, sem nenhum preparo de artífice". (BRUNO, 1991a, p. 171).

Foto 6 Ladeira da Memória e o Piques, 1860.
Observa-se a via sem qualquer tipo de pavimentação e alguns trechos de calçamento nos passeios, diante das casas.
Fonte: Foto de Militão Augusto de Azevedo in Toledo (2004)

Até meados do século XIX, os relatos sobre o estado das ruas da cidade acusam extrema precariedade. Segundo um cronista, o estado do calçamento "era de tal maneira lastimoso que as próprias estradas de comunicação com os povos marítimos e com as terras sertanejas eram superiores a algumas das principais vias públicas do centro" (BRUNO, 1991a, p.522)

Ainda de acordo com informações de Bruno (1991a), em 1858, resolvia-se adotar o "sistema de MacAdam" para o calçamento das vias públicas paulistanas.

Entretanto,

> Segundo Hadfield, realmente não era rigorosamente o MacAdam que se empregava nessa época, na pavimentação das ruas de São Paulo, mas um 'arremedo desse bom sistema, constando ele da acumulação de grossas camadas de terra salpicadas de pequena porção de pedregulhos.' (BRUNO, 1991a, p.524)

6.1.4 A cidade das águas

De acordo com Teodoro Sampaio, a água era "abundante e salutífera", nos primeiros tempos de ocupação dos campos de Piratininga. Fontes nas encostas dos morros e nos desbarrancados para onde se davam os quintais, forneciam o suficiente para as obras e os gastos domésticos. "O acesso para as águas dos ribeiros no perímetro da cidade nascente era difícil. Mas bem se escusavam águas do rio descendo encostas íngremes ou talhadas em degraus onde tão abundantes eram os olhos e as minas de água." (BRUNO, 1991a, p. 278)

Taunay (2004) observa que "a primeira água de que se abasteceram os paulistanos foi a de duas fontes, brotando no recanto da Vila. Corria uma para o Tamanduateí e nascia outra 'detrás das casas de Joannes Annes'". (p.116). Ainda segundo Taunay, numa concessão de terras datada de 1599 faz-se alusão ao "ribeiro de aguada da Vila", "o que evidencia a utilização de um ribeirão para o abastecimento de São Paulo, provavelmente por meio de algum aqueduto tosco, ou quiçá simples rego aberto no solo que levava o líquido às bicas e fontes ..." (p.117)

De acordo com Bruno (1991a), a partir de meados do século XVIII foram feitos os primeiros condutos de derivação de água na cidade.

> Quem primeiro pôs em prática esse sistema de adução – escreveu Afonso A. de Freitas – foram os frades franciscanos. Em 1744 o claustro e também a "cerca" do seu convento já contavam com fornecimento de água potável canalizada, até com sobras que os frades pensavam em encaminhar para o uso da população, fora do estabelecimento. [...] Mas aproveitando o exemplo do convento de São Francisco – ainda segundo Freitas – o recolhimento de Santa Teresa, depois de sua reconstituição, procurou se abastecer também de água, tirando do Anhangabaú[51], em 1746, o líquido necessário ao seu uso, e abrindo um rego coberto somente de pedras soltas – único sistema de aqueduto possível no tempo – desde o futuro bairro da Liberdade até o recolhimento. Essa água, depois de servir o convento, sobrava para a rua, formando

[51] Grifo nosso: Pouco provável que a captação de água se desse no Ribeirão Anhangabaú, devido ao fato deste situar-se em cota inferior ao Convento. Acredita-se que a captação era feita em alguma pequena nascente.

> um lodaçal danado que atingia os fundos das Casinhas edificadas para mercado na Baixada do Buracão. Ainda em meados do século dezoito também se puxou água para o recolhimento da Luz. O canal começava perto do tanque Reúno, formado por nascentes e águas do riacho Saracura, afluente do Anhangabaú; descia beirando o caminho do Piques (rua da Consolação), a rua do Paredão (Xavier de Toledo), a chácara do cadete Santos, o campo do Zunega (largo do Paissandu) e daí corria para o recolhimento. A maior parte dos moradores continuava no entanto se abastecendo de algumas fontes naturais – onde se edificaram pequenas bicas – ou diretamente no Tamanduateí e no Anhangabaú. (BRUNO, 1991a, p.283-284)

A partir disso, iniciou-se o abastecimento de água canalizada, com chafarizes públicos, além das bicas e fontes.

Dentre as bicas que abasteciam a cidade, destacam-se a Bica do Moringuinho, próxima à atual Rua Jaceguai, e a Bica do Acu, nascente que existiu no local onde se cruzam a Rua Brigadeiro Tobias e a ladeira Santa Efigênia. "Em meados do século XVII, o nome da região era Iacuba, originário do ribeiro cujas nascentes brotavam do atual Largo do Paissandu." (AMARAL, 1980, p.17).

> O Riacho do Anhangabaú tinha à sua margem direita, próximo ao centro, algumas nascentes muito conhecidas na cidade. Uma delas, a Bica do Moringuinho, situava-se aproximadamente onde hoje está o Largo da Pólvora. A Rua Jaceguai teve origem num caminho que conduzia a essa bica cruzando o vale. Outra nascente bem conhecida ficava no local onde hoje está a Praça Carlos Gomes. Era a Bica de Baixo. (TOLEDO, 2004, p.102)

Também nessa época, foram criados vários tanques pela cidade. Dentre os quais destacam-se o Tanque de Santa Teresa e o Tanque Municipal, formados pelas nascentes do Ribeirão Anhangabaú; o Tanque do Arouche, na confluência do Largo do Arouche com a Rua Rego Freitas, formado pelas águas de nascentes situadas nas vertentes do Espigão Central (Rua da Consolação); o Tanque do Zuniga, no local onde hoje se encontra o Largo do Paissandú, formada pelas águas do Ribeirão Iacuba; e, o Tanque do Reúno ou Bexiga, nas nascentes do Ribeirão Saracura, "cujo muro de represamento ficava onde hoje está o Viaduto Martinho Prado." (TOLEDO, 2004, p. 49).

Quanto à qualidade das águas, referindo-se ao século XVIII, Bruno (1992a) afirma que as águas utilizadas pela maioria dos moradores eram bastante impuras, conforme se verifica nas observações abaixo transcritas:

> Sabe-se que em 1773 estava danificada a bica do Acu, e a Câmara tomava medidas de limpeza e conserto do rego, a fim de que fossem escoadas águas e tijucos, sabendo-se que por detrás dessa fonte tinha morrido um cavalo. [...] Ela continuou porém recebendo ciscos e estercos, através da umidade dos quintais de alguns moradores de suas vizinhanças. Cheirava mal as suas águas e tinham sabor horrendo, dizia uma ata da Câmara. Não eram melhores porém as águas do Tamanduateí e do Anhangabaú, em que se servia a "maior parte dos povos", escrevia-se no ano de 1787. Ainda que fossem correntes – registrava-se nas atas – não deixavam de envolver imundícies provindas da lavagem de roupas. (p. 284)

Também à respeito da qualidade das águas dos chafarizes que abasteciam a cidade, no século XVIII, Bruno (1992a.) destaca que

> Sua água não valia nada, pois vinha do Tanque Reúno e em seu percurso atravessava um rego descoberto, parte do qual passava por um arrabalde sujo chamado rua do Rego, cujo ar era empesteado – dizia Bueno – e cujo chão era juncado de caveiras de boi, de sabugos de chifres, de ossos e outros resíduos imundos, porque os seus moradores eram quitandeiros de miudezas do matadouro. Ao pequeno chafariz existente a um lado do largo do Acu, dentro de uma cavidade a que se descia por alguns degraus, referiu-se também Vieira Bueno em suas evocações dessa época. Jorrava água por um cano embutido na boca de uma carranca de pedra. Derivava-se esse líquido de uma lagoa natural (sic) existente no centro do vizinho largo do Zunega – lagoa rodeada de ervaçal e em que se lavava roupa. (p. 288-289)

Freitas (1978) faz as seguintes observações quanto à higiene pública e particularmente, quanto à qualidade das água, no final do século XIX:

> Quanto à higiene pública, se já era nascida, estaria ainda na primeira infância. Para provar a justeza desta asserção basta dizer que o Anhangabaú, despenhando-se do Tanque Municipal, atravessava o Matadouro Público, encravado nas baixadas do Humaitá, recebendo aí todo o sangue das rezes abatidas de modo que os moradores do Piques, do Acu e da rua da Consolação, por onde fazia curso aquele ribeiro, assistiam diretamente, das duas horas da tarde em diante, ao deslizar de um verdadeiro riacho de sangue. (p. 30-31)

Além do comprometimento da qualidade das águas que, certamente, implicou na redução de oferta para o consumo, observa-se também, a partir do século XVIII, um franco declínio na disponibilidade de água na cidade. Considerando-se que nos três primeiros séculos, a cidade apresentou um lento crescimento populacional, tal escassez de água poderia estar mais relacionada às mudanças físicas processadas em função do uso e ocupação da área, que implicaram em modificações no próprio ciclo hidrológico do que ao aumento da demanda no abastecimento.

Diversos documentos relatam a escassez de água na cidade durante os períodos de estiagem. Pode-se supor então, que a capacidade de infiltração da superfície, durante os

períodos chuvosos, já não era capaz de garantir a perenidade das nascentes e cursos d'água durante o ano todo, condicionando as vazões ao regime sazonal das precipitações pluviométricas.

Freitas (1978) afirma que "o abastecimento de água à Paulicéia, por sua natureza deficiente, tornava-se precário sempre que a Providência Divina descuidava-se de fornecer o óxido vital em forma de copiosas chuvas." (p.29)

6.1.5 Quando o Tamanduateí passa a ser visto como um "estorvo" para a cidade

Se por um lado, a presença da água garantia a segurança da vila nos primeiros tempos e a sobrevivência da cidade, por outro lado limitava a circulação e a expansão da ocupação.

No início do século XIX, já existiam algumas pontes sobre o Rio Tamanduateí, Ribeirão Anhangabaú e Rio Tietê (Ponte Grande de Sant'Anna, por exemplo). Também nessa época já haviam sido executados alguns aterros em áreas de várzea, tais como o Aterrado de Sant'Anna, na várzea do Tietê, e o Aterrado do Brás, sobre a várzea do Tamanduateí. No entanto, em virtude das chuvas e inundações, a manutenção e reconstrução de tais obras eram necessidades constantes.

Segundo Martins (2003), a ponte da Ladeira do Carmo, sobre o rio Tamanduateí, foi construída durante o período de 1802-1811, quando o capitão-general Antonio José da França e Horta governou a Capitania de São Paulo, sendo também nesse período, feito o aterrado do Brás até onde atualmente está situada a Rua da Figueira, esquina da Av. Rangel Pestana.

Conforme relatado anteriormente, há também registros acerca da abertura de valas na planície de inundação do rio Tamanduateí, já em fins do século XVIII e início do século XIX, na tentativa de minimizar os transtornos decorrentes dos transbordamentos do Rio Tamanduateí. . "Os alagamentos provocados pelo Tamanduateí, por exemplo, deram lugar, já

em 1810, à construção de uma vala no centro da várzea do Carmo." **(Vide Fig. 17)** (SANT'ANNA, 2007, p.148)

Pesquisas documentais apontam que, no início do século XIX, as freqüentes inundações das várzeas passam a ser consideradas um problema para o Poder Público, especialmente na Várzea do Carmo. De acordo com Richard Morse[52]:

> Por volta de 1820 e ainda por várias décadas depois, a cidade ficava periodicamente isolada com a enchente de seus dois rios próximos. O sinuoso Tamanduateí, inundando a várzea do Carmo, infligia à cidade 'nevoeiros importunos, humidades, defluxos e reumatismos', privando-a também de terras produtivas. (PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p)

A questão das inundações apresenta-se então, no século XIX, juntamente com outras demandas urbanas, tais como limpeza urbana, abastecimento de água, poluição das águas, principalmente do rio Tamanduateí, bem como a preocupação com doenças até então desconhecidas.

Um artigo elaborado pelo Arquivo Histórico Municipal Washington Luís (PMSP/SMC/DPH, 2006) apresenta um apanhado de registros significativos, que dão uma idéia de como os problemas relativos às inundações eram vivenciados pela população, além de revelar o papel que desempenharam os cursos d'água mais próximos da cidade durante aquele período.

> No ano de 1822, por exemplo, o governo provisório expressava sua preocupação com relação ao alagamento do Tamanduateí, já que esse fenômeno impedia os costumeiros passeios dados pela população na Várzea do Carmo. Nesse documento, surge uma curiosa reclamação dos moradores da região:
> [...] *todos padecem grandíssimos encommodos no tempo das águas por ficar o caminho intransitável,* [...] *esta* [várzea] *tem ficado sempre no miserável estado de terem nella morrido animais empantanados á vista da cidade* [...] (Registro Geral, de 11.04.1822).
> No ano seguinte, encontramos um ofício do governo da Província dirigido ao Senado da Câmara, abordando as conseqüências decorrentes de intervenções recentes no curso do Tamanduateí. O governo alertava para a urgente necessidade de seu encanamento, em virtude dos problemas e doenças que o rio vinha causando à população:
> *A soberba elevação dos homens pretendendo superar as Altas Ideias do Supremo Autor da Natureza, a repetir nesta cidade a scena da Torre de Babel, pela qual*

---

[52] MORSE, Richard "*De Comunidade à Metrópole: Biografia de São Paulo*", 1954.

> *projectaram os Gigantes combater o Céu, propuzeram-se a inverter o natural despenho do rio Tamanduatehy* [...] *são notorias as sensiveis consequencias em prejuizo publico da população* [...] *cujas aguas estagnadas annualmente produzem halitos pestiferos de hervas curtidas, e corpos corruptos, cujos effluvios communicados aos habitantes pela athmosphera motivam as frequentes epidemias que opprimem a humanidade, com indizivel estrago, especialmente de crianças, que resistem menos, às tosses convulsivas, sesões e erysipelas e mais enfermidades extranhas no paiz*. (Registro Geral, de 04.09.1823).
> No ano de 1824, o Senado responde ao presidente da Província num tom melancólico, que soa quase como um "manifesto ecológico", ao dar explicações sobre o não encanamento do Rio Tamanduateí:
> *Este delicioso rio outrora mais feliz, desde a Gloria até á Luz corria em torno pelas faldas do continuado monte, que forma a base desta cidade. Então a vargem em frente da mesma era uma aprazivel e deliciosa campina, tão enxuta, que por ella toda se transitava calçado de pé, e de cavallo a sahir em uma ponte então debaixo de São Bento, e se hoje desgraçadamente lamentamos o inverso, não foi obra da natureza* [...] (Registro Geral, de 28.07.1824). (PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p.)

Em 1820, os irmãos Andrada enfatizavam em seu relatório de viagem (ROCHA, 1991):

> A primeira coisa que atraiu nossa atenção foi o miserável estado em que se acham os rios Tamanduateí e Tietê, sem margens nem leitos fixos, sangrando em toda parte por sarjetas que formam lagos e pauís que inundam esta bela planície, e o que é mais para lastimar é que quase todos esses males não são obra da natureza, mas sim o resultado da ignorância dos que quiseram melhorar o curso desses rios.(p. 44)

Em Martins (2003) também se encontra uma representação feita, em 1824, pelo Brigadeiro Joaquim José Pinto de Moraes Leme e outros proprietários da Rua do Carmo, dirigida ao presidente da província, Lucas Antonio Monteiro de Barros, que relata problemas na Várzea do Carmo, em função de intervenções realizadas e, ao mesmo tempo, propõe a realização de outras intervenções:

> [...] Nela, para recreio deste povo, mandou o Ex-general o Exmo Francisco da Cunha e Meneses construir passeios com canapés fabricados de levas de grama; a cujo divertimento tanto de dia como de noite concorria o povo, como tudo é bem notório. Desapareceram estas comodidades logo que para esgotarem a margem superior que fica para a parte da Penha se abriram valas, e as suas águas largadas sem direção vieram formar os estagnos que hoje se vêem na margem contígua a esta cidade. Aumentou este mal o ser inteiramente entulhado pelas terras que desabaram do Morro do Carmo no Rio Tamanduateí, cuja corrente foi alterada em 1805 pelo Ex-general Antonio José da França e Horta, o qual fez tapar a entrada e desaguadouro de uma parte do dito rio contíguo a este Colégio, cujas águas impuras, e ali estagnadas têm motivado os imensos mosquitos, que nunca houveram nesta Cidade. O alvo do dito rio foi inteiramente entulhado pelas águas e imundícias das enxurradas da chuva, e ficou de sorte que é impraticável o seu desentulho, pois arrasta uma obra difícil pelas longas voltas desde o seu desaguadouro no Rio Tietê até a ponte chamada do Fonseca; ao mesmo tempo que com um simples canal que obliquamente se dirija da parte da Ponte do Rio Tietê ao lugar dos Lázaros, e deste em linha reta a esta cidade, se faz a dita obra tão

> necessária, sem dependência de Engenheiros e Hidráulicos; pois assaz de sobejo que haja um único homem que assiduamente aplique os trabalhadores para a abreviatura do dito canal. (MARTINS, 2003, p. 94-95)

Conforme já mencionado, a sugestão apresentada no documento acima foi posta em prática em 1849, seguindo o projeto de Bresser. Desse modo, o trecho final do rio Tamanduateí foi modificado, desde a ladeira do Carmo até sua foz, que foi deslocada de nordeste para noroeste.

No entanto, a mudança na morfologia do canal do Rio Tamanduateí, implicou também em mudanças na morfologia dos sistemas interfluviais e ainda, em mudanças nos materiais superficiais. A necessidade de material para a realização aterros na planície implicou na supressão de morrotes tais como o Morro dos Lázaros e parte do Morro do Carmo, destacados no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

Foto 7 Rio Tamanduateí, em 1870.
Fonte: Foto atribuída a Militão Augusto de Azevedo in Toledo (2004)

Como se pode observar, ainda que a expansão urbana da cidade caminhasse a passos lentos até meados do século XIX as freqüentes cheias do Rio Tamanduateí transformaram-se em transtornos para os moradores. Diante disso, o poder público começou a adotar medidas paliativas, através de uma série de intervenções (desvios do curso d'água, aterros na planície de inundação). No entanto, essas intervenções aleatórias, sem quaisquer critérios técnicos, resultaram sempre no agravamento do problema.

6.1.6 Primeiras transformações urbanas

As primeiras grandes transformações urbanas na cidade de São Paulo ocorreram durante a presidência de João Teodoro, que administrou a Província de São Paulo, no período de 1872-1875.

> Os melhoramentos realizados pelo presidente Dr. João Teodoro Xavier foram os seguintes: substituição dos terrenos paludosos e miasmáticos, em frente ao antigo Mercado da Rua 25 de Março, por um dos passeios mais aprazíveis e saudáveis, a *Ilha dos Amores*[53], no lugar onde hoje existem o Mercado do Peixe e o Almoxarifado Municipal; beleza e segurança do Morro do Carmo, medonho outrora por suas altas e ruinosas muralhas de pedra; abertura da Rua do Hospício[54] até a Ponte da Mooca, tendo sido um dos trabalhos mais dispendiosos pelas grandes e importantes obras de arte construídas à margem do rio; as grandes escavações operadas sobre o alto morro, que até então não distava mais de 6 a 7 metros do Hospício de Alienados, contribuindo para torná-lo muito insalubre, úmido e sombrio, e que produziram uma notável transformação, abrindo, diante daquele antigo edifício, um vasto e espaçoso largo; a construção da Rua Conde D'Eu, hoje Glicério, de 982 metros de extensão e 13 de largura e os melhoramentos notáveis das ruas do Pari e do Gasômetro e do extenso aterrado deste nome, com 2.000 metros de comprimento e 12 de largura, pondo-o em comunicação com o centro da Cidade. (MARTINS, 2003, p.96-97)

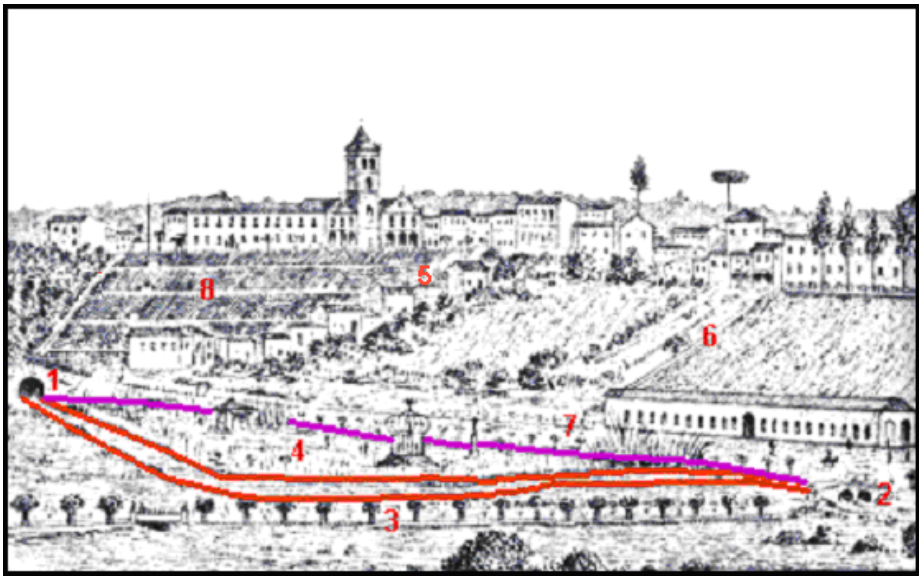


Figura 19 Vista da cidade de São Paulo, a partir da Várzea do Tamanduateí.
Pormenor de litogravura de autoria do artista francês Jules Martin, datada de 1875.
1 – Ponte do Carmo; 2 – Ponte de dois vãos (1874); 3 – Aterrado do Gasômetro; 4 – Ilha dos Amores; 5 – Ladeira do Carmo; 6 – Ladeira Porto Geral; 7 – Rua 25 de Março; 8 - Terraceamentos no Morro do Carmo; Linhas vermelhas, canal resultante da retificação das "Sete Voltas"; em lilás, canal aberto para a formação da Ilha dos Amores.
Fonte: REIS, Nestor Goulart. **São Paulo Vila Cidade Metrópole**. São Paulo: Via das Artes, 2004 *in* PMSP/SMC/DPH (2009)

---

[53] *"Hoje não existe a Ilha dos Amores. Obstruído em 1888, o pequeno canal que separava da Rua 25 de Março a primitiva restinga de terra transformada em ilha, arrasados os canteiros e também as instalações de banhos públicos ali existentes, destruídas ou removidas as obras de arte que ornamentavam o belo logradouro, construiu-se em seu lugar o Mercado de Peixe e também o de Verduras, os quais, por seu turno, não tardaram em desaparecer para complemento do atual Parque D. Pedro II".* (Nota do apresentador da obra de Martins)
[54] Atual Rua Frederico Alvarenga (nota do editor da obra de Martins)

Em PMSP/SMC/DPH (2009), constam as seguintes informações:

> No relatório presidencial apresentado em 14 de fevereiro em 1874, João Teodoro enumerou os vários trabalhos executados por seu governo na Capital durante o ano anterior: a abertura de uma extensa rua na Luz, com 1144 m de comprimento e com 18 m de largura, para isolar lateralmente o prédio da futura Cadeia, construção que afinal não seria erguida no lugar então planejado, em frente à Penitenciaria (Rua do Jardim, depois João Teodoro, via que pôs em comunicação o bairro da Luz e a Freguesia do Brás); os "notáveis" melhoramentos nas Ruas do Pari, do Gasômetro e do extenso aterrado desse nome, com 2000 m de comprimento e com cerca de 12 de largura; o alargamento e calçamento da Rua Municipal, continuação do Rua do Gasômetro e do aterrado; os trabalhos de segurança da face lateral do Palácio do Governo com gigantes de pedra e tijolos ao longo da Rua Municipal, atual General Carneiro (obra demolida conjuntamente com a ala setecentista do colégio jesuítico em 1881, para a reconstrução do palácio do Governo, pelo engenheiro francês Eusébio Stevaux); a construção e arborização de um passeio em frente ao Mercado Municipal, com a criação da Ilha dos Amores; as providências para garantir a "beleza" e segurança do Morro do Carmo, por meio de uma série de terraços executados na encosta dessa elevação, no lugar das ruinosas muralhas de pedra construídas na década de 1860 e deixadas inacabadas; a abertura da Rua do Hospício até a Mooca, trabalho dispendioso por causa das escavações efetuadas no Morro da Tabatinguera, que possibilitaram abrir um largo em frente ao manicômio...(s.p.) (grifos nossos)

João Teodoro promoveu a abertura de diversas ruas, com intuito de estabelecer comunicação do centro da cidade com os novos bairros que iam surgindo, tais como a Mooca, e possibilitando articulações entre os bairros do Brás, da Luz, Santa Ifigênia e Campos Elíseos, na época, Campo Redondo. Além da abertura de inúmeras ruas, promoveu ainda o calçamento das vias centrais, inaugurando uma nova fase de pavimentação, com o emprego de paralelepípedos.

Além desses melhoramentos, João Teodoro mostrou também certa preocupação com o "embelezamento da cidade" e com o lazer público. Conforme se constata na citação acima, ele criou uma função de lazer para a várzea do Carmo, através da implantação da Ilha dos Amores e execução de taludes e ajardinamento nas encostas do Morro do Carmo. Também foi responsável pela remodelação do Jardim da Luz, pela arborização de alguns largos e praças e, ainda durante sua gestão, foi lançada a pedra fundamental do monumento do Museu do Ipiranga.

Tais melhoramentos na urbanização da cidade associam-se não apenas às "boas intenções" e iniciativas de João Teodoro. É importante lembrar que, a partir de meados do

século XIX, em decorrência da expansão da cafeicultura e principalmente, em função da inauguração da estrada de ferro Santos-Jundiaí, a cidade de São Paulo passa a beneficiar-se das riquezas da economia cafeeira. Além disso, o acesso facilitado ao Porto de Santos passa a representar o fim do isolamento da cidade com o mundo "civilizado".

6.1.7 Indícios de mudanças na hidromorfodinâmica até 1881

Desconsiderando-se aqui as intervenções antrópicas decorrentes do uso e ocupação da área antes da chegada dos colonizadores europeus, tais como desmatamentos e queimadas praticadas pela população indígena, pode-se identificar, desde o estabelecimento do colégio jesuítico até aproximadamente o final do século XVIII e o último quartel do século XIX, importantes mudanças antropogênicas decorrentes do processo de urbanização.

Embora a ocupação urbana na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, até meados do século XIX, não houvesse ainda avançado além dos vales do Tamanduateí e Anhangabaú, as modificações efetuadas nas formas e materiais, já implicaram em mudanças bastante significativas nos processos dos subsistemas físicos, gerando diversas derivações ambientais.

A retirada da cobertura vegetal e abertura de ruas, ainda que respeitando a topografia, implicaram em mudanças no comportamento hidromorfodinâmico. Nos setores convexos ou plano-convexos de alta vertente, cuja tendência original era a infiltração e o escoamento subsuperficial, e nas convexidades de média e baixa vertente, que apresentavam tendência ao escoamento superficial difuso, a abertura de ruas passou a condicionar o escoamento superficial concentrado.

Ao diminuir a capacidade de infiltração de água nos solo, a capacidade de recarga do nível hidrostático é diminuída. Por sua vez, nas áreas de declives mais acentuados, a velocidade do escoamento é acelerada gerando enxurradas e, como as ruas não possuíam, até meados do século XVIII qualquer tipo de pavimentação, a erosão linear acelera-se e,

conseqüentemente, há significativo aumento do assoreamento dos canais fluviais, fruto da deposição de material erodido e transportado das vertentes.

Verifica-se também o aumento de ocorrência de inundações nos períodos chuvosos, e menor produtividade hídrica dos cursos d'água nos períodos de estiagem, em função da diminuição da infiltração de água no solo.

Nesse sentido encontram-se, na bibliografia referente à história da cidade de São Paulo, inúmeros relatos de escassez de água para o abastecimento da população.

> Mas a própria insuficiência de água para as necessidades dos moradores era um problema que não podia se resolver de forma satisfatória. Em 1834 falava-se mais uma vez na falta de água que se notava nos chafarizes. Em meados do século, a mesma coisa. Em 1852, o próprio relatório do presidente da província assinalava que se tornava cada dia mais sensível na cidade a escassez de água potável e que o encanamento contratado por Afonso Milliet não só não abastecia a Cidade Nova e os arrabaldes paulistanos, como não se podia nem mesmo remediar a situação do abastecimento na zona central. (BRUNO, 1992b. p.654)

Quanto ao desencadeamento ou agravamento de processos erosivos, tal processo morfodinâmico é bastante explícito já nos primórdios da vila piratiningana: "Também as chuvas causavam estragos de toda espécie nas humildes ruas ou nos caminhos toscos da povoação do Campo. As enxurradas lanhavam o solo todo, dando origem a uma porção de covas e valetas por toda parte." (BRUNO, 1991a. p.152)

Foto 8 Ladeira São Francisco, 1862.
Fonte: Foto de Militão Augusto de Azevedo in Toledo (2004)

Observam-se, na foto acima, evidências de erosão linear e a adoção de medidas mitigadoras tais como o abaulamento do leito carroçável e a implantação de sarjetas para disciplinar os fluxos das águas pluviais.

Além do arruamento funcionando como verdadeiros canais pluviais, o precário sistema de abastecimento público, através da abertura de "aguadas" ou valas para a adução das águas, implicaram também numa modificação do comportamento hidromorfodinâmico, gerando novos padrões de drenagem.

Além da deflagração de processos erosivos lineares nos leitos das ruas, na bibliografia analisada há diversos relatos a respeito da presença de processos erosivos ainda mais severos nas vertentes da colina do núcleo central.

> A nova igreja Matriz estava em construção, e iria servir de catedral, dada a criação do bispado em 1745. Junto a essa igreja existiu durante anos uma imensa cova ou voçoroca; ai era colocado o lixo, mas com a chegada do bispo, a Câmara ordenou que todos concorressem com paus e terra par cobrir aquele buraco. Porém, a mais célebre cova que existiu na cidade ficava abaixo do Convento do Carmo, e era chamado de "buracão do Carmo", tendo dado margem a muita polêmica, durante vários anos. (PORTO, 1992, p.22) (grifos nossos)

Em outra passagem o mesmo autor, ao referir-se à adaptação do convento jesuítico para sediar o Palácio do Governo em 1765, faz o seguinte comentário: "... o edifício tomou o nome de 'Palácio', embora com a aparência de um mosteiro. Atrás do prédio do antigo colégio dos jesuítas havia um enorme desbarrancamento, causado pelas águas pluviais." (PORTO, 1992, p. 26)

Também sobre o "buracão do Carmo" o autor faz a seguinte alusão: "O Convento de Santa Teresa ficava no topo do desbarrancado, junto do conhecido 'buracão do Carmo'; as águas afluentes desse convento faziam aumentar o aludido buracão." (PORTO, 1992, p. 41)

Em Bruno (1991a.) encontra-se também referencias a essas áreas:

> Acabava o núcleo urbano ai bruscamente, por causa dos desmoronamentos de terras que Dom Luis Antonio de Souza mandou entupir, junto do Carmo e de Santa Teresa[55]. "Neste ano fiz atupir semelhante socavão em o fim da rua do Carmo –

[55] Taunay, A. E. de *Pedro Taques e seu tempo. P.107-108*

> escrevia ele em 1768 – e falta-me ainda mais outro no fim da rua Santa Teresa, para ficar de todo preservada a cidade das ruínas que a ameaçavam."[56] (p.190)

Conforme se observa, o escoamento superficial concentrando das águas pluviais e de águas servidas deflagrou processos erosivos bastante agressivos. Através desses relatos, pode-se supor que tais "buracos" ou voçorocas iniciaram-se em setores côncavos das vertentes mais declivosas da colina central, identificados no Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana.

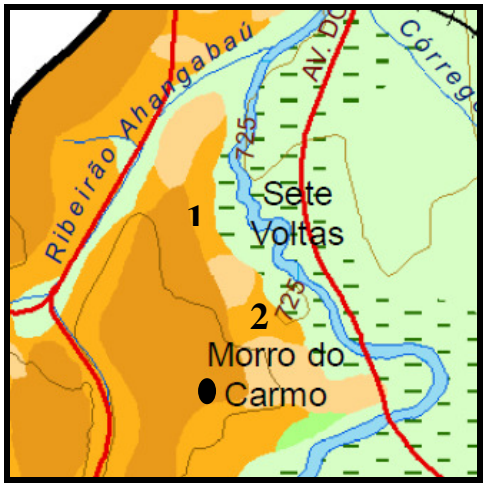


Figura 20 Fragmento do Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
1 – Localização aproximada da feição erosiva próxima ao Páteo do Colégio (Palácio do Governo)
2 – Localização aproximada do "Buracão do Carmo"
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Em Reis (2004), encontram-se informações que corroboram com a identificação da localização de tais feições erosivas, já evidenciadas no século XVIII.

> Nas bordas da colina, ao longo dos séculos o movimento das águas foi abrindo dois sulcos, duas marcas mais acentuadas na paisagem, por onde depois passaria a ladeira General ao norte [I] e a Avenida Rangel Pestana ao sul [II]. Na época da fundação, essas áreas mais úmidas seriam marcadas por pequenos cursos d'água, permanentes ou temporários e ocupados por vegetação de maior porte, contrastando com os terrenos ao redor, onde foram demarcadas as quadras e construídas as casas dos moradores. As áreas inicialmente ocupadas estariam certamente situadas entre esses dois recortes na paisagem, entre esses dois canais principais, para os quais convergiam os vários eixos das enxurradas das colinas
>
> .
>
> [...] Os livros de Atas e Registros da Câmara de São Paulo referem-se em alguns momentos às erosões e estragos feitos pelas enxurradas, com termos bem expressivos. O maior deles era provavelmente o chamado "**Buracão do Carmo**", que só seria aberto à passagem pública nos primeiros anos do século XIX, depois de grandes obras de nivelamento. Eram freqüentes também as referências ao "Buracão do Páteo da Sé", que seria certamente na parte mais baixa, do lado norte, na direção da atual Rua 15 de Novembro, onde as águas da Rua Esperança corriam pela rua da Fundição (hoje Floriano Peixoto), em direção à Rua do Carmo, descendo pelo Beco

[56] *Documentos Interessantes para a História e Costumes de São Paulo, XIX, p.19*

> do Colégio (Beco do Pinto), em direção ao Tamanduateí. Passando as águas por aquele ponto, ficou o caminho aberto também para os moradores: de início provavelmente como uma pequena porta no muro da vila; depois como um vão, entre as casas daquela rua. (p. 20-21).

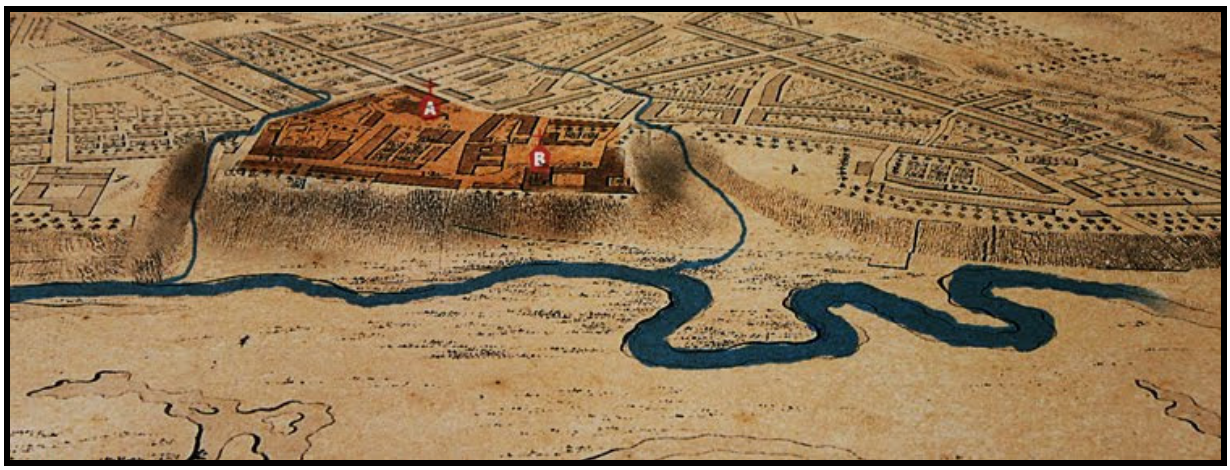


Figura 21 Características do sítio inicial da vila de São Paulo.
Destaque da área urbanizada entre 1560 e 1580. A - Igreja da Sé; B- Pátio do Colégio.
Fonte: Reis (2004)

Na figura acima se observa que o autor destacou dois canais de drenagem como se fossem canais fluviais. O canal à direita, foi registrado apenas por Ourique (1842), na Carta da Capital de São Paulo. Quanto ao canal à esquerda, acredita-se que se tratava apenas de um caminho preferencial de fluxos hídricos (águas pluviais e águas servidas do Convento de Santa Teresa)

A citada "execução de taludes no Morro do Carmo" (vide Fig. 19), também merece algumas considerações, uma vez que consistiram em intervenções visando minimizar a ocorrência de processos erosivos agressivos, conforme se constata nas informações apresentadas a seguir.

Campos (2007) aponta que, em 1828, já se fazia presente a necessidade de construção de muros de arrimo no referido morro e relata que, em 1850,

> Após os desagradáveis incidentes ocorridos entre a presidência da Província e a edilidade, em setembro daquele ano, o corpo municipal substituto, acatando a indicação do barão de Iguape, resolveu complementar os serviços a serem realizados no local com a construção de um muro de arrimo, que transformaria o informe morro do Carmo num terraço de onde o panorama da várzea pudesse ser devidamente apreciado (ATAS..., 1848-1849, v. 37, p. 223 e 224). (apud CAMPOS, 2007, p 31) (grifo nosso)

Em outro trecho, Campos (2007), acrescenta que, no discurso proferido na Assembléia em lº de maio de 1852, o presidente Nabuco de Araújo (1851-1852) afirmava:

> Esta obra importante, que dá segurança á montanha, e tanto aformoseia aquelle ponto da cidade, certamente o mais bello della pela vista pitoresca, Marcelino Gerard se compromette, conforme a planta que me apresentou, a emprehender essa obra dentro de tres annos por 60:000$000 reis [...] esta obra [...] não tem somente a vantagem de aformosear e decorar a cidade, mas tambem a de evitar os desmoronamentos, que obstruirem a ladeira do Carmo (ANNAES..., 1852-1853, p. 182). (apud CAMPOS, 2007, p. 33)

No entanto, ainda de segundo Campos (2007)

> Contudo, nem começou este serviço e, na estrutura do paredão, já apareciam erros de execução - desnivelamento - que necessitavam ser sanados e graves sinais de deterioração - rachaduras no gigante recém-feito -, de cujo exame foi encarregado o engenheiro provincial Gil Florindo de Morais, então posto à disposição da Câmara (ATAS..., 1859, v. 45, p. 115, 148, 170, 171 e 177).
> [...]
> O paredão, afinal, acabou abandonado, e só no governo João Teodoro (1874) patamares escalonados substituiriam parte das altas muralhas arruinadas que enfeavam o morro do Carmo (XAVIER, 1875, p. 37). (apud CAMPOS, 2007, p. 34)

Outras intervenções realizadas no período, tais como aberturas de valas, supressões de curvas do rio, e a execução dos aterrados de Sant'Anna e do Brás - nas várzeas dos rios Tietê e Tamanduateí -, implicaram em mudanças bastante significativas na circulação superficial e subsuperficial de água nas planícies de inundação, e na dinâmica de agradação da planície. Lembrando ainda que nesse período o trecho final do rio Tamanduateí já havia sido desviado através da abertura de um canal, e que sua foz, no rio Tietê, já havia sido deslocada cerca de três quilômetros para oeste.

Tais intervenções, num primeiro momento, aumentaram a velocidade de vazão das águas e, como conseqüência, também aumentaram a capacidade e competência dos fluxos hídricos. Desse modo, a grande quantidade de materiais sólidos transportados, acabaram depositando-se em pontos de estrangulamento ou na nova foz do rio, represando as águas na várzea e criando lagoas que, com suas águas estagnadas, representavam inúmeros transtornos à população. Em Martins (2003) encontra-se o seguinte relato, datado de 1824: "[...] e as suas águas largadas sem direção vieram formar os estagnos que hoje se vêem na margem contígua

a esta cidade. Aumentou este mal o ser inteiramente entulhado pelas terras que desabaram do Morro do Carmo no Rio Tamanduateí [...]" (p.94-95)

As intervenções diretas na planície de inundação, somadas ao aumento da velocidade do escoamento superficial nas vertentes, e conseqüente erosão e transporte do material superficial que se depositou na planície e assoreou o canal fluvial, acabaram causando retardo na vazão do rio e ampliando os períodos de inundação da várzea. "Esgotada a parte extrema da Várzea do Pari, continuaram, entretanto, as inundações nas várzeas de São Bento, do Carmo e Cambuci, apesar das múltiplas valas cavadas no intuito errôneo, e sem resultado, de facilitar o escoamento das águas." (AMARAL, 1980, p.449)

Nesse sentido, Sant'Anna (2007) afirma que "no decorrer dos anos, várias valas foram cavadas em suas margens para facilitar o escoamento das águas, mas, com as chuvas, os resultados dessa técnica não tardavam a se mostrar insuficientes." (p.32)

Ressalta-se que, além do material resultante da erosão dos solos expostos, já nessa época o problema das inundações, em grande parte, era agravado pela grande quantidade de lixo depositado à céu aberto ou lançado diretamente nos cursos d'água.

Em fins do século XVIII, quando a Câmara mandava fazer a "limpeza geral da cidade", levava-se todo o lixo para os grandes covões que tinham sido abertos em certos lugares. Um edital publicado pelo poder municipal em 1790 ordenava que os moradores fizessem o despejo do lixo em buracos bem próximos ao rio Tamanduateí ou em sua várzea, ou ainda diretamente em cursos d'água, tais como o "córrego que ia para Santo Amaro" ou no Ribeirão Anhangabaú.

> No sulco profundo do Anhangabaú – escreveu Teodoro Sampaio – a íngreme ladeira que dava acesso à ponte do Acu, assim como os altos onde depois se abriu a rua da Palha (Sete de Abril), passaram a ser um vasto monturo, para onde se lançava a sujeira da povoação e onde entravam em decomposição animais mortos.(BRUNO, 1992a. p. 166)

Foto 9 Ladeira do Carmo (1862/1863)
Foto de Militão Augusto de Azevedo. Acervo do Museu Paulista da USP, São Paulo.
Fonte: Campos (2007)

Foto 10 Ladeira do Carmo (1914)
Foto: sem autor
Fonte: http://marcos.mazo.nom.br/site/node/155

Foto 11 Ladeira do Carmo (1887)
Foto: Militão Augusto de Azevedo
Fonte: http://marcos.mazo.nom.br/site/node/155

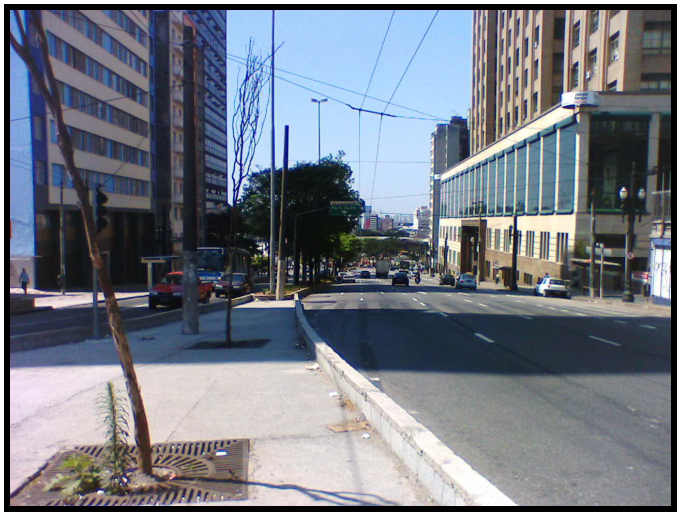


Foto 12 Avenida Rangel Pestana (2007), antiga Ladeira do Carmo.
Foto do mesmo local das anteriores.
Autor: Marcos Mazo
Fonte: http://marcos.mazo.nom.br/site/node/155

Outras modificações importantes referem-se aos represamentos para a formação de tanques. Encontram-se muitas descrições referindo-se a um evento chuvoso em 1850 que, pela primeira vez, teria causado prejuízos à cidade. Segundo Amaral (1980), ao relatar a destruição de uma ponte sobre o Ribeirão Anhangabaú, afirma que "A 1º-1-1850, uma tromba de água desabou sobre a cidade, derrubo-a, arrastando-a nas águas engrossadas do Anhangabaú." (p. 363)

Na verdade, a "tromba da água" a que o autor se refere não se trata simplesmente de um evento natural de alta magnitude, mas sim decorrente de uma intervenção antrópica. Em virtude de um forte temporal, o tanque do Bexiga transbordou e, conseqüentemente, o Ribeirão Anhangabaú teve sua vazão excepcionalmente aumentada, arrastando em sua correnteza uma ponte, destruindo casas e, inclusive, causando mortes.

> A trovoada principiou às 5 horas da tarde e se prolongou até as 11 horas da noite, provocando o transbordamento do Tanque do Bexiga, também chamado Reúno. O Ribeirão Anhangabaú cresceu repentinamente e suas águas arrasaram 15 casas de taipa, danificaram 12 e ainda derrubaram a velha Ponte do Acu, ou da Abdicação, construída em 1809 e localizada no cruzamento da atual Avenida São João com o Parque do Anhangabaú, mais ou menos nas proximidades do Edifício dos Correios. Cronistas antigos fizeram ainda questão de ressaltar que no desastre houve três vítimas fatais. (CAMPOS *in* PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p)

Também a implantação de pontes, provavelmente mal dimensionadas, contribuiu para a ocorrência da destruição da ponte do Acu.

> G. Wyzewski, endereçando um ofício ao poder municipal, achava que a causa da enchente no Anhangabaú estava na insuficiência dos vãos de suas pontes, "tanto que depois da queda da ponte do Acu o nível das águas abaixou imediatamente". (BRUNO, 1992b, p 619)

Parece que o evento ocorrido foi realmente assustador, tanto que alguns autores entendem que tal episódio foi decisivo para a substituição da tradicional taipa, por tijolos, mais resistentes à umidade. No entanto, como será visto adiante, a adoção do uso de tijolos, alguns anos mais tarde, estaria mais relacionada a uma tendência de "europeização" da arquitetura.

6.1.8 Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas - 1881

Através da análise da literatura acerca da história de São Paulo e observando o Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1881 (Mapa 2), percebe-se que profundas mudanças já haviam se processado no sistema físico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ainda que em áreas restritas. Embora a cidade de São Paulo estivesse "despertando de seu sono de quase três séculos" e ainda ocupasse uma pequena área (aproximadamente 4,12 Km²), ações antrópicas já haviam modificado a morfologia, os materiais e os processos morfodinâmicos originais, tanto no subsistema fluvial quanto no subsistema de vertentes.

Tais mudanças, conforme demonstrado através da pesquisa bibliográfica, ocorreram mais expressivamente durante o século XIX. Assim, especialmente a porção inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí inicia o século XX, já bastante modificada.

Nota-se que, até 1881, a urbanização pouco avançava além dos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Também é possível observar o núcleo urbano do Brás, desenvolvendo-se, de forma isolada, sobre as partes mais enxutas da planície de inundação e sobre os terraços fluviais, além Tamanduateí. O gráfico a seguir, explicita a predominância da urbanização, nesta época, na área correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

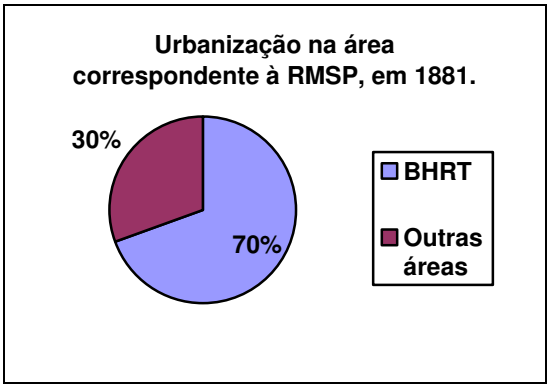


Gráfico 9 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1881
Fonte: Mapas da evolução da mancha urbana da RMSP (CESAD-FAU/USP)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

As mensurações efetuadas no Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1881 (**Mapa 2**), apontam que, no último quartel do século XIX, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentava o seguinte quadro de urbanização:

UNIDADES		ÁREA URBANIZADA Km²	% DO TOTAL DE CADA UNIDADE
Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí		2,86	0,9
Colinas sedimentares com topos plano-convexos e patamares aplanados		1,93	1,3
Morros cristalinos baixos e médios com topos convexos		0	0
Planícies Fluviais	Terraços Fluviais	0,48	3,8
	Planície de inundação	0,45	1,0

Tabela 16 Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí até 1881.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

O gráfico 10 permite avaliar, espacialmente, o total, em números absolutos, da urbanização em cada compartimento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, enquanto que o gráfico 11, demonstra o percentual de cada compartimento, ocupado pela urbanização, em 1881.

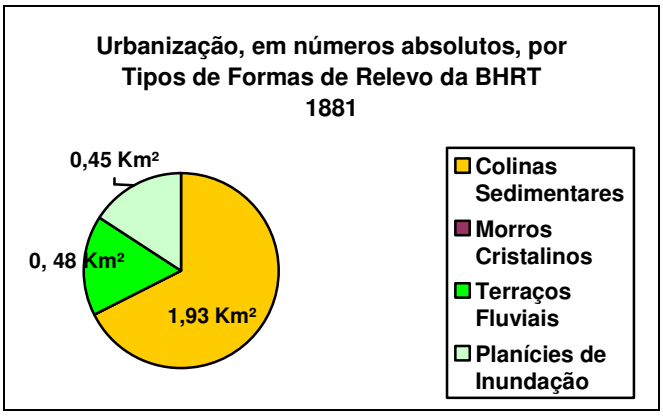


Gráfico 10 Urbanização, em números absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1881.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

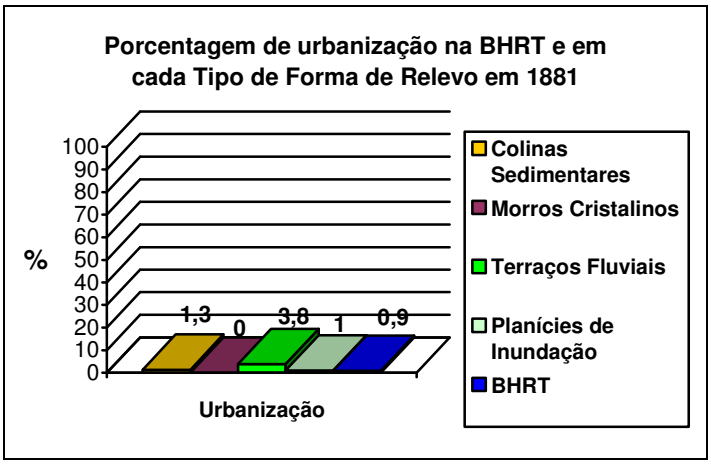


Gráfico 11 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1881.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Conforme se observa no gráfico 10, a ocupação urbana predominava sobre os terrenos das colinas sedimentares, embora pequenas porções de terraços fluviais e da planície de inundação do Rio Tamanduateí já começavam a ser ocupados.

Através do Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1881 **(Mapa 2)**, pode-se observar que o subsistema fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí já apresentava modificações significativas:

- A foz do Rio Tamanduateí já havia sido deslocada cerca de 3 Km para oeste, através da abertura de um canal de aproximadamente 5,5 Km, que se estendia desde a foz do Ribeirão do Anhangabaú até o Rio Tietê;

- Para suprimir as "Sete Voltas" e formar, mais tarde, a "Ilha dos Amores" foi realizada a retificação do leito original do Rio Tamanduateí, através da abertura de canal de cerca de 2,5 Km de extensão;

- Além dessa retificação, foram abertos ainda aproximadamente 3,5 Km. de canais de drenagem, na planície de inundação; e,

- Para deslocar a foz do Ribeirão Anhangabaú para o novo leito do Rio Tamanduateí, foi executada a abertura de cerca de 1 Km de canal artificial.

O Rio Tamanduateí, cuja extensão original estimada era de aproximadamente 39 Km, passa então a ter 40,9 Km. Tal acréscimo deve-se à abertura de canais de drenagem, uma vez que apenas a retificação do leito do rio, e a mudança de sua foz, deveriam implicar na redução da extensão do canal.

Quanto ao subsistema de vertentes, embora não tenha sido possível mensurar a extensão das mudanças, sabe-se que dois morrotes (Morro dos Lázaros e Morro do Hospício) já haviam sido terraplanados para fornecer material para os aterros na várzea, e o Morro do Carmo já havia também sido objeto de terraplanagens e retaludamento para conter as encostas erodidas.

As mudanças, em termos de materiais, além dos aterros de áreas da planície, também ocorriam, ainda que mais restritamente, nos sistemas de vertentes. Quando, a partir de 1870, as áreas centrais começam a ser pavimentas com paralelepípedos, cessaram, localmente, os processos de erosão e transporte de sedimentos por escoamento superficial. No entanto, à medida que a infiltração da água no solo diminuiu ainda mais, o abastecimento do lençol freático se tornou mais deficiente, ao passo que a velocidade dos fluxos de escoamento foi acelerada. Quanto às novas ruas, recém-abertas ou macadamizadas, estas continuavam fornecendo sedimentos e colaborando com o assoreamento dos canais fluviais.

Enquanto essas mudanças, diretamente relacionadas à urbanização da cidade de São Paulo, se processavam na porção inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí; as porções média e superior da bacia, ainda pouco ocupadas e com usos predominantemente rurais na época, sofriam outras modificações antrópicas também relacionadas, ainda que indiretamente, ao processo de urbanização da cidade de São Paulo. Dentre tais modificações, pode-se citar a extração de argila para a fabricação de telhas e tijolos (principalmente nas várzeas do Ribeirão Moinho Velho, Ribeirão dos Meninos, Córrego do Oratório e do próprio Tamanduateí); e desmatamentos para obtenção de madeira e carvão.

6.2 A METRÓPOLE DO CAFÉ

(*Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí de 1882 até 1930*)

6.2.1 A segunda fundação de São Paulo

A partir de meados do século XIX, em decorrência da expansão da economia cafeeira, a cidade de São Paulo passa a assumir maior importância na economia do país e a área urbanizada começa a se expandir. (Figura 22)

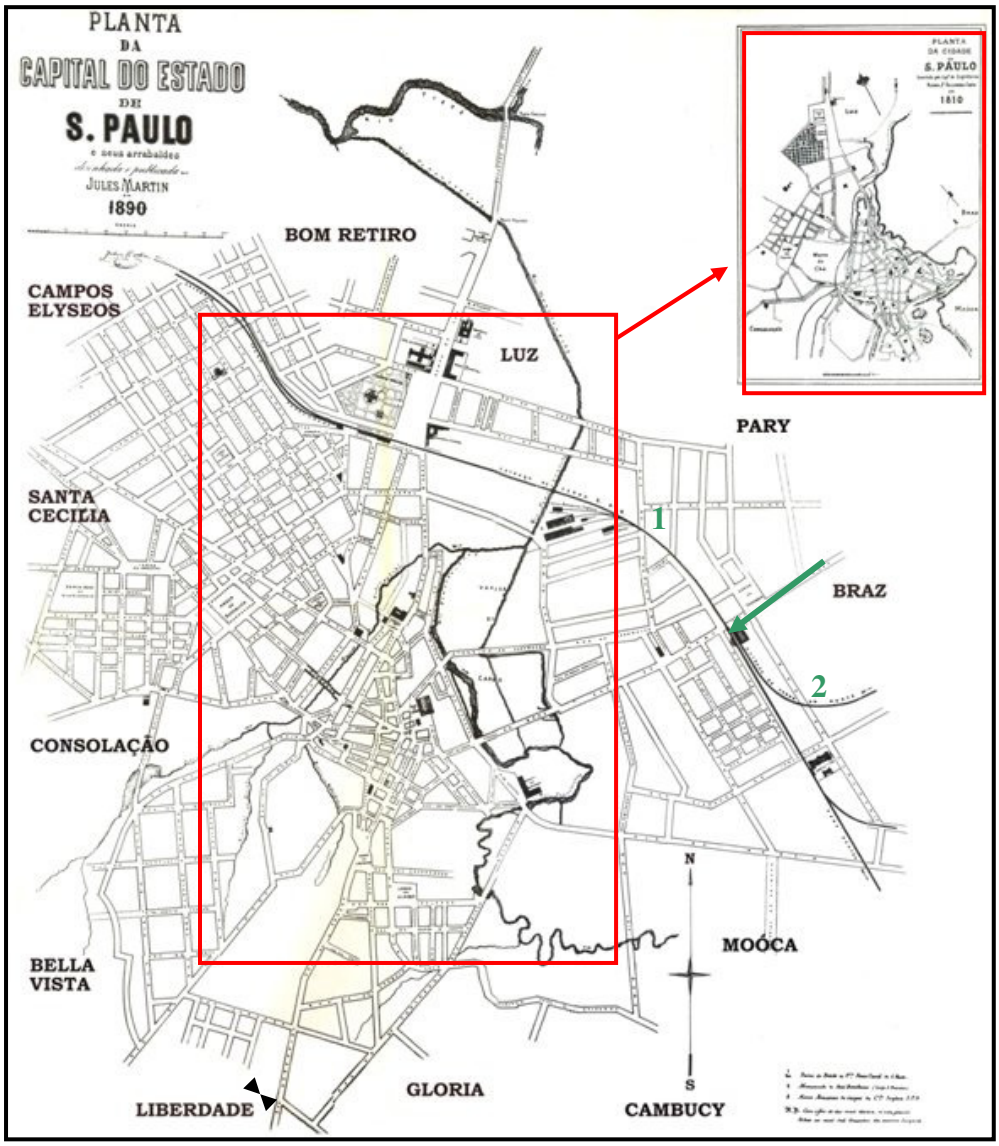


Figura 22 Planta da Capital do Estado de São Paulo e seus arredores, de Jules Martin, 1890
No canto superior, a primeira planta da cidade (1810) de Rufino José Felizardo e Costa. (reedição de 1841)
A comparação entre os dois documentos permite observar o crescimento da área urbana, no período. A seta verde indica o entroncamento das linhas férreas São Paulo Railway (1) e Central do Brasil (São Paulo-Rio de Janeiro) (2)
Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008)

"Entre 1870-80, a Capital Paulista expandiu-se de forma crescente e ininterrupta, tanto que, segundo Euripedes Simões de Paula, se pode falar numa segunda fundação de São Paulo". (EMPLASA, 2001a. p.50)

Um marco fundamental para o início desse processo de desenvolvimento e destaque da cidade de São Paulo, tanto no cenário econômico quanto político do país, foi a construção da estrada de ferro Santos-Jundiaí – a São Paulo Railway, em 1867, que teve como eixo condutor o vale do rio Tamanduateí, mais uma vez indicando o melhor trajeto de ligação do planalto ao litoral. Assim, em função de sua posição estratégica, entre as lavouras de café do oeste paulista e o porto de Santos, a cidade de São Paulo, a partir de então, passa a beneficiar-se das riquezas da economia cafeeira.

A escolha das áreas de várzeas, ao longo desse curso d'água, reduzia os custos para a implantação da ferrovia, uma vez que as áreas planas implicavam em obras mais simples, e também se tratavam de áreas desvalorizadas, em função das enchentes periódicas. No entanto, ressalta-se que a ferrovia foi assentada, preferencialmente, sobre os terraços fluviais ou nas partes mais enxutas da planície de inundação, evitando-se sempre que possível as áreas mais instáveis e alagadiças.

A presença da ferrovia começa então a atrair atividades em suas proximidades, assim as estações transformam-se em "pólos de desenvolvimento", dando origem a novos núcleos. (LANGENBUCH, 1971)

> O fato que auxiliou a penetração urbana nas terras de além-Tamanduateí foi o traçado da antiga "São Paulo Railway" e o ponto de entroncamento dessa ferrovia com a atual 'Central do Brasil' (antiga E. F. São Paulo-Rio de Janeiro). [...]
> Os engenheiros ferroviários procuraram assentar os trilhos sobre os terrenos mais enxutos, pertencentes aos terraços fluviais, evitando os terrenos aluviais alagadiços e inconsistentes do Tamanduateí. Através dessas medidas, favoreceram de pronto a criação de um novo bairro para a florescente cidade dos fins do século. Pouco depois, em áreas contíguas da estação do Norte, expandiram-se os bairros da Mooca, Belenzinho e Pari, recobrindo todos os tratos de terraços mais enxutos e tendendo a englobar as baixas colinas pliocênicas do Belém. Entre os fins do século passado e a primeira metade do século atual, a industrialização e sua expansão, ao longo das ferrovias e dos terrenos vagos desses bairros mais modestos, facilitou a extensão da urbanização por enormes áreas, redundando na conurbação extensiva

> de todos os antigos núcleos que pontilhavam o caminho do Rio de Janeiro, desde o Brás até a Penha e circunvizinhanças. (AB'SABER, 1957, p. 186)

Assim, a mancha urbana da cidade de São Paulo, inicialmente circunscrita aos terrenos sedimentares colinosos do interflúvio Anhangabaú-Tamanduateí, e que avançava rumo ao espigão central pelas vertentes da margem esquerda do Ribeirão Anhangabaú, alcança, ainda que de forma descontínua, as porções mais enxutas da planície de inundação e terraços fluviais além-Tamanduateí, conforme pode ser observado no Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1881 **(Mapa 2).**

Na Fig. 22, observa-se que a cidade de São Paulo se expande, em função da presença da ferrovia, para além-Tamanduateí, formando os bairros do Brás, Moóca, Pari e Belezinho; além-Anhangabaú, formando os bairros de Campos Elíseos, Santa Cecília e Consolação; e, em direção ao rio Tietê, também condicionados pela presença da ferrovia, desenvolvem-se os bairros do Bom Retiro e da Luz. Ao mesmo tempo, a expansão da cidade também se verifica nas porções superiores do interflúvio Anhangabaú-Tamanduateí, com a formação de bairros como a Liberdade, Bela Vista e Glória.

> Assim, a partir de 1880 ocorreu a expansão urbana, através desses loteamentos de chácaras, como sejam: para o norte, as do Bom Retiro, de Miguel Carlos e do Campo Redondo; para oeste, as do General Arouche, do Senador Queiroz, de Martinho Prado, do Fagundes, do Cônego Fidélis, da Glória, do Menezes e do Lavapés; para leste, a do Ferrão ou da Figueira. Além dos limites dessas chácaras, haviam sítios extensos: o da Casa Verde, o Ipiranga, o Tapanhoim, o Caaguaçu, o do Anastácio, o da Freguesia do Ó. (PORTO, 1992, p.57)

A partir de chácaras loteadas, começam a se formar os bairros do Paraíso e Vila Mariana. Em 1890 é projetada a formação de uma grande vila, entre São Caetano e a Moóca – a Vila Prudente. No entanto, a partir de observações encontradas na literatura, é possível avaliar que a ocupação dessas novas áreas ainda era bastante rarefeita e não possuíam infra-estrutura urbana, guardando ainda aspectos rurais.

> Referindo-se à penúltima década do oitocentismo escreveu Afonso J. de Carvalho que a cidade perdia então (como se podia ver nas plantas mais recentes) a configuração de pequeno polvo com o corpo formado pelo triangulo central e tentáculos representados por alongadas e raras ruas que levavam às saídas para o sertão, e ia adquirindo o aspecto de uma teia de aranha, pelo ligamento das ruas em

> torno do núcleo central. Mas a verdade é que ainda em 1884 – acrescentava – os limites da área habitada não passavam do largo do Arouche, do largo dos Guaianazes e mal tocavam no convento da Luz, na estação do Norte, na curva final da rua da Glória e estacavam na rua do Riachuelo, por trás da Academia, e na igreja da Consolação em frente ao ultimo ponto de bonde. Conforme observou Everardo Valim Pereira de Souza, a rua da Consolação acabava logo adiante da igreja e o cemitério ficava no "fim do mundo", na beira da estrada para Sorocaba, ladeado de capinzais e vacarias. (...) E quem nessa época descesse pelo caminho primitivo do Guaré – escreveu ainda E. V. – notaria de lado a lado, até a Ponte Grande, um número insignificante de casas, quase sempre residências senhoriais, um tanto distantes umas das outras, dentro de chácaras enormes. No Bom Retiro e na Barra Funda "timidamente começavam a se construir as primeiras edificações", o mesmo acontecendo no Canindé, no Carandiru e no Pari. (BRUNO, 1991c, p.1040-1041)

A busca por novos espaços a serem ocupados pela cidade é fruto do crescimento demográfico que se verificava em São Paulo, quando esta se transformava em centro de negócios da economia cafeeira.

Através da tabela e do gráfico abaixo é possível observar o aumento populacional, a partir dessa época, na cidade de São Paulo:

Ano	População Absoluta
1765	20.873
1772	21.272
1798	21.304
1803	24.311
1816	25.486
1872	31.385
1890	64.934
1900	239.820
1920	579.033

Tabela 17 Cidade de São Paulo - População Absoluta (1765 – 1920)
Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C

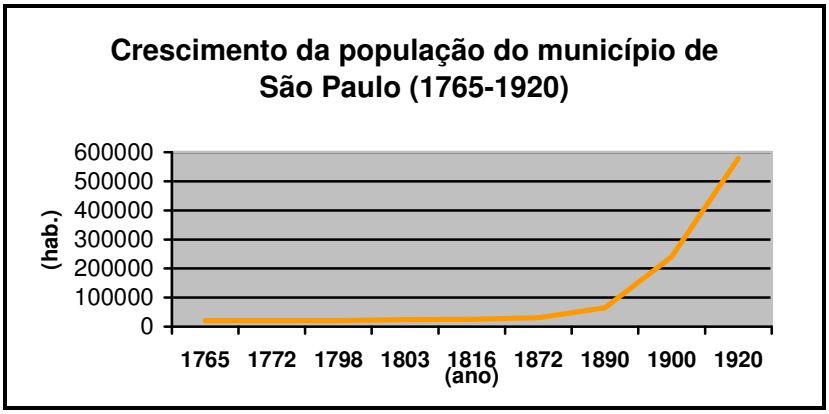


Gráfico 12 Evolução do crescimento da população do município de São Paulo entre os anos de 1765 a 1920
Fonte: EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C

Enquanto a população da cidade, entre os anos de 1765 a 1872, num período de 107 anos, cresceu apenas 50,3%; no período de 1872 a 1890 (18 anos) seu crescimento foi da ordem de 106,9% e, de 1890 a 1900, a população da cidade cresceu 269,3%, em apenas uma década. Considerando ainda que, em 1890 a freguesia de São Bernardo foi elevada à categoria de município, o aumento populacional da cidade de São Paulo, é ainda mais significativo, uma vez que os dados contabilizados a partir de então não incorporam mais a população residente na extensa área que correspondia a São Bernardo[57].

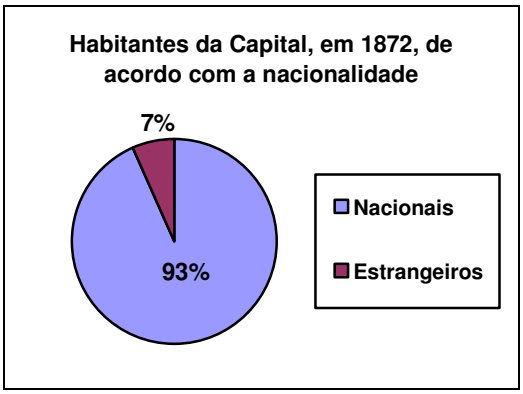
Esse aumento na população de São Paulo, explica-se pelo estabelecimento da elite rural cafeeira na cidade, a partir da inauguração da ferrovia mas, sobretudo, pela entrada maciça de imigrantes no país. A tabela abaixo e os gráficos 13 e 14, demonstram claramente o aumento do número de estrangeiros na cidade de São Paulo, a partir de 1890.

Anos	Nacionais	Estrangeiros	Percentual Total	
			Nacionais	Estrangeiros
1872	3.578	250	93,6	6,4
1890[58]	50.641	14.303	77,9	22,1
1893	59.307	71.468	44,4	55,6

Tabela 18 Classificação dos habitantes da Capital, segundo a nacionalidade
Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org.: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

[57]1890 - Foi instalado o município de São Bernardo, abrangendo toda a área atual da Região do Grande ABC, com sede em São Bernardo.
1896 – Criação do distrito de Paz de Ribeirão Pires (incluindo os atuais municípios de Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra, parte de Mauá e o atual distrito de Paranapiacaba)
1907 – Criação do distrito de Paranapiacaba
1910 – Criação do distrito de Santo André (incluindo o atual município de Santo André, São Caetano e parte de Mauá)
1916 – Criação do distrito de São Caetano
1938 – O município de São Bernardo passou a denominar-se Santo André. O distrito sede passa a ser o distrito de Santo André, englobando o distrito de São Caetano e mantendo as demais divisas distritais.
1944 – O distrito de São Bernardo é elevado à município passando a denominar-se São Bernardo do Campo.
1948 – o subdistrito de São Caetano é elevado à município passando a denominar-se São Caetano e, entre 1954 e 1963, Mauá, Ribeirão Pires, Diadema e Rio Grande da Serra transformam-se também, em municípios.
(www.santoandre.sp.gov.br/conhecaacidade/bn_conteudo asp?cod358)

[58] O nº total de habitantes na cidade de São Paulo, apresentado nessa fonte, para o ano de 1890 (64.944) difere daquele apresentado na tabela 4 (64.934)



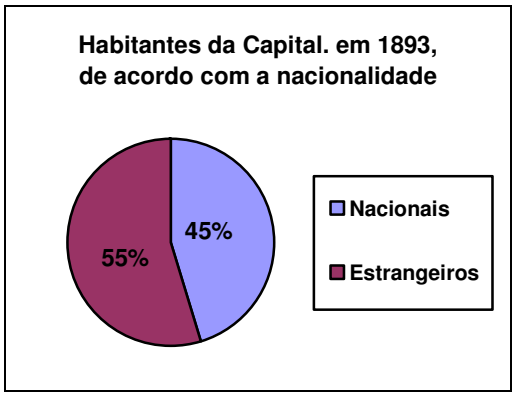


Gráfico 13 e Gráfico 14 Habitantes, por nacionalidade, em 1872 e 1893, na cidade de São Paulo.
Fonte: Adaptado de EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Todavia se, por um lado, a expansão urbana da cidade de São Paulo representou a ocupação de porções maiores do trecho inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, consolidando-se, à oeste, em direção ao divisor águas representado pelo Espigão Central; e avançando, à leste, para os afluentes da margem direita do Rio Tamanduateí; e, ao sul, rumo às cabeceiras dos afluentes do Ribeirão Anhangabaú e do Córrego do Lavapés; por outro lado também os setores médio e superior da bacia do Tamanduateí começavam lentamente a ser ocupados, lançando-se ali as raízes de alguns futuros bairros e subúrbios, por meio do estabelecimento de núcleos coloniais como São Bernardo e São Caetano.

Até 1870, as fazendas São Bernardo e São Caetano, pertencentes à Ordem dos Beneditinos, apresentavam usos bastante definidos e diretamente relacionados ao abastecimento da cidade de São Paulo, fornecendo gêneros alimentícios e matéria-prima para a construção civil. Enquanto a Fazenda São Bernardo produzia gêneros alimentícios, a Fazenda São Caetano fabricava tijolos e artefatos de cerâmica. Assim, ao redor da fazenda São Bernardo foi se estabelecendo um pequeno núcleo urbano.

Em 1870, as propriedades dos beneditinos foram compradas pelo Estado para a criação de colônias de imigrantes.

> Em 1879 Raffard visitou alguns desses núcleos localizados nos subúrbios. Um deles, a Glória, a três quilômetros do centro, entre o Lavapés e o Ipiranga, onde dois anos antes haviam sido localizados oitenta e oito colonos que em 1878 foram libertados da tutela oficial. (...) Outro núcleo visitado então foi o de Santana, ao norte, fundado em 1877-1878, distante seis quilometros do centro e quatro meio da Estação da Luz.

> Cento e sessenta e oito colonos haviam sido ali localizados. Também foram emancipados da tutela oficial no mesmo ano que os da Glória. Esteve ainda Raffard em São Bernardo, onde haviam sido fixadas quatrocentas e cinqüenta e nove pessoas, e em São Caetano, onde se localizaram cento e dezoito; apenas uma capelinha rodeada de umas dezessete casas com boas hortas e três fornos para tijolos, telhas e louças. (BRUNO, 1992c, p.1036.)

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Santo André, essas colônias foram implantadas pelo Governo Imperial, a partir de 1877. O intuito era que ali se plantassem produtos agrícolas de subsistência, em apoio às grandes fazendas produtoras de café.

As terras das colônias foram divididas em glebas e estas em lotes que eram entregues aos imigrantes italianos que deveriam cultivar produtos agrícolas. Com a renda gerada, poderiam abater suas dividas com o Governo, tornando-se proprietários das terras. Na prática, tal projeto não obteve êxito. As más condições de vida e a inaptidão das terras para o cultivo fizeram com que muitos imigrantes abandonassem seus lotes e buscassem, no núcleo urbano, outro tipo de atividade que lhes garantissem o sustento. Com isso, esse sistema de uso das terras foi abandonado pelo governo, que passou a estimular ainda mais as grandes propriedades, que queriam o imigrante apenas como mão-de-obra barata e em larga escala, e não mais como proprietário de um lote de terra. (PMSA)[59]

Foto 13 Rua Marechal Deodoro (1895), no atual Município de São Bernardo do Campo
Primeira rua aberta, em 1814, no povoado de São Bernardo, junto ao Largo da Matriz.
Fonte: Prefeitura de São Bernardo do Campo *in* RODRIGUES, M.M. (2009)

[59] www.santoandre.sp.gov.br/bnews/images/multimidia/programas/historia/pdf

6.2.2 Primeiras indústrias

A partir do ultimo quartel do século XIX começa a se delinear a função industrial de São Paulo.

> Em 1875 – segundo o balanço de J. Floriano de Godói – havia na cidade fábrica de chapéus, de carros e carruagens, de tecidos de algodão, de cerveja, de bilhares, de livros em branco, de móveis, de selins e arreios, de vinhos, vinagres e licores, de fogos, de relógio – além de fundições de ferro e de bronze. Mas foram se estabelecendo outras especializações fabris. (...) E observava já a afluência de gente de muitos pontos do interior de São Paulo e de outras províncias à capital a fim de se entregar a diversos ramos da indústria. (BRUNO, 1991c, p.1172-1173)

O desenvolvimento dessas indústrias na cidade de São Paulo, ainda que basicamente voltadas ao mercado local, relaciona-se diretamente à presença da ferrovia, uma vez que necessitavam de matérias-primas e maquinário, vindos do exterior. Tal dependência é evidenciada pela localização das mesmas próximas às estações ferroviárias.

> Essa localização das fábricas na rua da Constituição[60] já representava o primeiro movimento de uma tendência observada recentemente pelo professor Pierre Deffontaines estudando a indústria paulistana: a de que a paisagem industrial de São Paulo foi se localizando ao longo de um eixo formado pela linha da antiga São Paulo Railway. As fábricas sendo escravas em grande parte do exterior, para o abastecimento em matérias-primas ou combustível, a vizinhança da linha férrea era indispensável. Naquele tempo, o primeiro movimento foi a localização na rua Florêncio de Abreu, que era o caminho para as estações da Inglesa. (BRUNO, 1991c, p.1174)

Ao lado da produção de bens de consumo, começam a se sobressair também as indústrias alimentícias, principalmente as de massas, introduzidas pelos imigrantes italianos, e aquelas relacionadas diretamente à cafeicultura, ligadas à produção de máquinas para o beneficiamento do café.

Obviamente, a expansão fabril relacionava-se, também, à disponibilidade de mão-de-obra das levas de imigrantes que não paravam de chegar, inicialmente atraídos pelo trabalho na cafeicultura, mas que, diante das reais condições de trabalho nas fazendas de café, acabavam se concentrando na área urbana, em busca de trabalho.

> Entre as industrias então mais recentes na cidade citava Bandeira Júnior a de móveis e objetos de vime, de Guilherme Witte, fundada em 1880 e com pessoal todo alemão. A fábrica de tecidos fundada em 1889 por Antonio Álvares Penteado, e em que

[60] Atual Rua Florêncio de Abreu

> trabalhavam, nas oficinas de aniagem, mais de oitocentas pessoas, quase todas italianas. E a fábrica Santa Maria (vitraria), na Água Branca, fundada em 1897 por Antonio Prado e Elias Fausto Pacheco Jordão, com duzentos trabalhadores italianos e franceses. Era essa vitraria a única no Brasil e segunda no continente sul-americano, sendo a matéria prima e o combustível de fornalhas, dos terrenos de sua propriedade. Por outro lado, os irmãos Falchi haviam transformado o antigo e deserto local de Vila Prudente em vila fabril cheia de vida e de trabalho, com comércio desenvolvido, fábricas, escolas, residências mais ou menos confortáveis. (BRUNO, 1991c, p.1181-1182)

Além da expansão fabril na cidade de São Paulo, também as áreas dos arredores da cidade, principalmente aquelas servidas pela ferrovia, tais como o recém-criado município de São Bernardo, passaram a atrair as industrias.

> Em função da presença da ferrovia nas proximidades do rio Tamanduateí, a região passou a atrair indústrias que se aproveitavam das facilidades de transporte e da disponibilidade de áreas próximas à linha férrea e ao rio. Assim, "o município de São Bernardo nasceu sob a marca da industrialização, utilizando, predominantemente, a mão de obra de imigrantes. Este município abrangia toda a região do Grande ABC". (www.santoandre.sp.gov.br/bnews/images/multimidia/programas/historia/pdf)

Indústrias ligadas à produção química, têxtil e de móveis passam a surgir na região. Ao lado delas, pequenos negócios como carpintarias, sapatarias, pequenas pensões e restaurantes, foram dando uma feição mais urbana à área.

> A expansão industrial remonta ao final do século 19 e caracterizou-se por muito tempo por um misto de produção industrial e artesanal. As primeiras indústrias foram a Tecelagem Silva Seabra & Cia, conhecida também como fábrica Ypiranguinha por estar sediada na região conhecida por esse nome. Foi inaugurada em 1885 e produzia brim de algodão. Esta indústria operou até a década de 1970. Outra tecelagem instalada ainda no século 19 foi a de Bergman, Kowarick & Cia que iniciou suas atividades em 1889 e fabricava casemiras. A primeira fábrica de móveis foi a Companhia Streiff de São Bernardo, inaugurada em 1897 e produzia, principalmente, cadeiras.
> (www.santoandre.sp.gov.br/bnews/images/multimidia/programas/historia/pdf)

A área que corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, nessa época, caracterizou-se também como grande fornecedora de materiais de construção para a cidade de São Paulo. Aumentada a demanda em função da crescente expansão urbana da cidade, aumentaram também significativamente o número de olarias nas planícies aluviais do Rio Tamanduateí e de seus afluentes. Como exemplo, pode-se citar a produção de telhas e tijolos em São Caetano do Sul e também no bairro do Ipiranga onde, em 1890 os irmãos Sacoman,

vindos da França, estabelecem uma fábrica de telhas, às margens do Ribeirão Moinho Velho e, em 1910, começam a fabricar também tijolos. (PORTO, 1991)

No período posterior à Primeira Guerra Mundial, grandes indústrias de capital internacional começam a se instalar na região, iniciando a formação de um diversificado parque industrial. Dentre elas, podemos citar a Indústria Química Rhodia (1919), Metalúrgica Ligdgerwood (1919), a fábrica de materiais de construção Fichet E. S. Hautmont (1923), a fábrica de condutores elétricos e pneus Pirelli (1923), a General Motors (1927) e Indústria Têxtil Rhodia (1929). (PASSARELI, 2005)

A partir de então, na porção da Bacia do Rio Tamanduateí, que corresponde aos atuais municípios de Santo André, São Bernardo e São Caetano, começaram a surgir núcleos urbanos e chácaras passaram a ser loteadas, principalmente nos arredores das estações ferroviárias.

	População (habitantes)			**Estabelecimentos Industriais**	
	Urbana	**Rural**	**Total**	**Quantidade**	**Pessoal Empregado**
Distrito Sede São Bernardo	1417	4355	5772	17	350
Distrito Santo André	4373	2663	7036	39	1923
Distrito São Caetano	3479	1008	4487	36	1321

Tabela 19 Dados do Recenseamento Demográfico Agrícola e Industrial, realizado em 1920
Fonte: Passareli (2005)

Observa-se, na tabela acima, que os distritos de Santo André e São Caetano apresentavam uma população urbana superior à população rural, enquanto que no distrito de São Bernardo, a população rural ainda é superior à urbana. Também os dois primeiros apresentavam um número maior de estabelecimentos industriais. Tais diferenças explicam-se pelo fato dos dois primeiros distritos (Santo André e São Caetano) localizarem-se próximos às margens da ferrovia, grande atrativo para as industriais e vetor da urbanização; enquanto que o distrito de São Bernardo, encontrava-se afastado da via férrea.

Alvarez (2008), destaca:

> Segundo Martins (1992), em 1890 muitos colonos de São Caetano já haviam vendido parte de seus lotes e registra-se a ação de companhias imobiliárias já em 1915, vendendo terrenos a prestação, ressaltando as proximidades com a estrada de ferro. Santo André contava, em 1916, com 681 edificações urbanas, número muito superior ao da sede do município à época, que contava com 291 edificações, segundo publicação do Relatório à Câmara Municipal, o que revela a dinâmica da urbanização em torno da estação.
> Mas, apesar do crescimento das edificações, o primeiro loteamento de grande porte em Santo André deu-se em 1919, empreendido pelos irmãos Hyppolito Gustavo Pujol e Ernesto Pujol, que formaram a Empreza Immobiliária de São Bernardo, e apresentaram uma planta de loteamento do bairro inicialmente denominado Jardim Piratininga, numa área de 6.000.000 m², que tinha como referência a estrada de ferro, sentido estação São Bernardo (depois Santo André) – São Caetano, ocupando as colinas que ladeavam o Tamanduateí. (ALVAREZ, 2008, p. 53)

6.2.3 A Belle Époque

Juntamente com a expansão urbana, as riquezas acumuladas com a cafeicultura, contribuíram para imprimir inúmeras transformações na fisionomia da cidade de São Paulo e, conseqüentemente, no cotidiano de seus moradores. Nesse sentido, uma série de melhoramentos tornaram-se necessários, em função do crescimento da cidade e da população.

> São Paulo estava deixando de ser uma cidade de tropeiros. Agora o café chegava a Santos mais rapidamente. A viagem da fazenda para a capital é rápida e confortável. Será possível, sem grande transtorno, passar parte do ano em São Paulo e, talvez – por que não? -, morar na capital. O trem que desceu carregado de café pode, agora, subir com material de construção para se fazer uma casa igual àquela vista em alguma capital européia. É possível morar com desafogo e conforto na capital. Como na sede da fazenda, como na Europa .(TOLEDO, 2004, p.77)

A cidade, a partir de então, passa a perder suas características coloniais. A taipa começa a ser substituída pelo tijolo, e nos bairros novos começam a surgir os palacetes e mansões, projetados por arquitetos como Ramos de Azevedo e Victor Dubugrás. As ruas antigas são, na medida do possível, redesenhadas e alargadas; enquanto que as recentemente abertas já se apresentam mais largas, com quarteirões bem desenhados e aspecto moderno. Em 1895, uma lei autoriza o calçamento geral da cidade, a paralelepípedo e a macadame, “sendo que nas ladeiras íngremes poderá ser adotado o calçamento de alvenaria faceada”. (PORTO, 1991, p. 85) Também por essa época, é inaugurada a iluminação pública por meio de gás e a primeira linha de bondes a tração animal.

Ao mesmo tempo em que o centro torna-se alvo de reformas e regulações urbanísticas, ao ser apropriado pelas novas elites dominantes, a cidade se expande à oeste, além Anhangabaú, ocupando outras regiões colinosas, onde surgem bairros aristocráticos como Campos Elíseos (1879), Higienópolis (1890), e o grande símbolo da elite cafeeira – a Avenida Paulista (1891).

A Avenida Paulista, inaugurada em 1891, foi projetada de acordo com o modelo das avenidas européias, toda arborizada e inicialmente pavimentada com pedregulho branco. O loteamento estritamente residencial do qual fazia parte, logo se tornou o bairro residencial da elite cafeeira.

> A nova avenida foi aberta do largo do paraíso ao bairro de Pinheiros, numa extensão de 2.800 metros por 30 de largura; em seguida a Cia. Viação paulista instalou nessa avenida uma linha de bondes. Os trabalhos de construção dessa nova avenida foram executados pelo agrimensor Tarquínio Antonio Tarant, incluindo um grande aterro onde o espigão era cortado pelo vale que vinha do Saracura; nesse local estão hoje os dois túneis da avenida 9 de julho. Joaquim Eugênio de Lima exigia que a avenida fosse toda plana. (PORTO, 1991, p.70)

Outro importante marco da modernização foi a inauguração do viaduto do Chá, em 1892, facilitando a ligação entre o centro velho e a Cidade Nova e, portanto, abrindo caminho para a expansão da cidade.

Ao mesmo tempo em que a influência européia transformou a arquitetura da cidade, contribuiu também para introduzir a arborização e a criação de áreas verdes. No loteamento implantado por Joaquim Eugênio de Lima, por exemplo, foi destinado um quarteirão para a criação do Parque Villon – atualmente Parque Tenente Siqueira Campos ou ainda, Parque Trianon -, projetado pelo paisagista francês Paul Villon, inaugurado em 1892. Nesse mesmo ano, é fundado o Jardim da Aclimação, cuja função inicial era a de posto zootécnico e zoológico. Seu nome foi inspirado no “Jardin d’Acclimation”, do Bois de Boulogne de Paris. Quando da criação do parque, realizou-se o represamento do córrego da Aclimação, para a formação de um lago. (PORTO, 1991)

Também datam desse período, a criação dos dois primeiros parques públicos da cidade, vinculados à proteção dos mananciais.

> O atualmente designado parque das Fontes do Ipiranga, criado em 1893 e consolidado entre 1895 e 1917, visava à preservação das nascentes e mananciais do Rio Ipiranga, para abastecimento da zona leste da cidade, assim como para a construção de adutoras, sendo a utilização dos mananciais interrompida em 1928. Já o da Cantareira, vinculado à preservação dos reservatórios da Serra da Cantareira, foi desapropriado em 1896. Ambos configuram-se, na cidade de São Paulo, como duas extensas áreas com vegetação para a preservação das águas que, a exemplo da floresta da Tijuca no Rio de Janeiro, foram cercadas posteriormente pela urbanização periférica, a qual ficou descontrolada a partir do século XX. (KAHTOUNI, 2004, p. 63)

Já em 1877, foi constituída a Companhia Cantareira, sendo que dez anos depois cerca de 5 mil edifícios já eram servidos de água. Até então o abastecimento de água da cidade era feito através da captação nas nascentes do Ribeirão Anhangabaú, cujas águas eram aduzidas para a caixa d'água da Rua Cruz Preta (atual Rua Quintino Bocaiúva), e para os chafarizes do Largo da Misericórdia, do Pelourinho (atual Largo 7 de Setembro), de São Gonçalo (atual praça Dr. João Mendes), de São Francisco e de São Bento. Os chafarizes do Campo da Luz e do Piques derivavam-se do encanamento geral das águas do tanque do Bexiga. Observa-se que as "aguadas", no século XIX, já haviam sido substituídas por tubos, embora esses fossem feitos de papelão e revestidos de betume, sendo posteriormente também introduzido o uso de galerias subterrâneas. (FREITAS, 1978; EMPLASA, 2001a)

Segundo Freitas (1978),

> Todos esses chafarizes e mais a Bica de Baixo – localizada entre as ruas de Baixo e do Meio[61], aduzidas do extremo do Largo da Forca[62] - através de galeria subterrânea[63] – e as bicas do Gaio, dos Ingleses e Moringuinho forneciam à população da capital cerca de 336.000 litros ou, empregando a tecnologia da época, 20.000 medidas de água; as restantes 80.000 que faltavam para completar o abastecimento em 24 horas, pelos entendidos calculado em 100.000 medidas, eram retiradas de cisternas abertas ao longo das margens do rio Tamanduateí e do córrego Lavapés e vendidas em pipas ambulantes ao preço de quarenta réis o barril. (p. 29)

---

[61] Atuais ruas Carlos Gomes e Rodrigo Silva.

[62] Praça da Liberdade

[63] *Esta galeria, de cerca de dois metros de largura por três de altura, acompanha a diagonal descrita pela parte mais baixa do largo da Liberdade; a despeito das mais pacientes investigações não conseguimos precisar a época de sua perfuração, e tão pouco saber se teria outro fim além da adução da água da Bica de Baixo*. (Nota de Freitas)

De acordo com EMPLASA (2001a), com a constituição da Companhia Cantareira, em 1882, alguns chafarizes passaram a receber as águas captadas do ribeirão Pedra Grande, na Serra da Cantareira. A partir daí, os chafarizes públicos começaram a ser demolidos pela municipalidade, como forma de "incentivar" a adesão da população aos serviços domiciliares, oferecidos pela Companhia Cantareira. Em 1899, a caixa da água da Rua Cruz Preta foi demolida, e um novo reservatório foi construído na Consolação, com capacidade para 19 milhões de litros.

Foto 14 Reservatório Consolação, 1900
Autor: G. Gaensely
Fonte: Sabesp (2003)

Foto 15 Adutora sobre o Rio Tamanduateí, 1900
Foto tomada de jusante para montante, em direção ao centro. Sem referência ao autor da foto
Fonte: Sabesp (2003).

Segundo Sabesp (2003), em 1890, São Paulo contava com 70 mil habitantes e o abastecimento com apenas duas adutoras, Ipiranga e Cantareira. A primeira fornecia 3 mil litros por dia de uma represa na Água Funda, servindo as zonas de além-Tamanduateí. A segunda provinha da Serra da Cantareira, fornecendo a mesma quantidade por dia ao reservatório da Consolação, que abastecia o centro da cidade. Em 1893, foi inaugurada a adutora do Guaraú, que também fornecia água para o reservatório da Consolação. Em fins de 1894, o suprimento local de água fornecida à cidade era de 27 mil litros por dia, mas a população tinha saltado para 160 mil habitantes. Em 1898, além do aproveitamento dos mananciais da Serra da Cantareira e do Tanque Velho, no Ipiranga, iniciou-se também a

captação de águas do Tietê, na altura do Belenzinho, recalcadas para a zona baixa do Brás, depois de passadas por galeria filtrante.

6.2.3 Um obstáculo a ser transposto

À medida que a cidade de São Paulo começa a se expandir, avançando sobre áreas de topografia irregular, cuja ocupação demandava obras dispendiosas como viadutos; as áreas de várzeas, apesar de periodicamente encharcadas, passaram a atrair a atenção, tornando-se uma opção lucrativa à especulação imobiliária. Através de um discurso de "saneamento" e combate a enchentes, a cidade foi criando novos terrenos através do aterro de várzeas e retificações dos rios.

Era preciso criar nova utilidade para as áreas desocupadas das várzeas, afinal a cidade tinha ferrovia e, portanto, não necessitava mais de seus rios como vias de circulação[64]. A tecnologia permitia trazer água para o abastecimento, de mananciais mais distantes e mais limpos. Naquele momento essas áreas eram vistas apenas como focos de doenças ou, como fonte futura de lucros.

> Relatos que remontam às primeiras décadas do século XIX revelam que a várzea do Carmo era então considerada um problema de higiene, uma doença a ser debelada, um grande estorvo sanitário. O rio Tamanduateí deveria ser canalizado evitando- se assim os incômodos do seu regime de cheias e a presença dos dejetos nele lançados (MORSE, 1954). Essa relação entre a cidade e seus rios revela o entendimento da relação urbano-meio ambiente que desde então se estabeleceu. (QUEIROZ & SOMEKH, 2003 p.115)

Segundo Zmitrowicz (1986), com o desenvolvimento do Brás e adjacências, as áreas inundáveis ao longo do Tamanduateí, "encravadas no meio de áreas urbanizadas", começaram a despertar interesse, em função da proximidade com o centro de São Paulo. No entanto, a ocupação dessas áreas era dificultada em função da ocorrência de enchentes, e também devido à poluição do curso d'água pelo lançamento de detritos *in natura.*

---

[64] Segundo ZMITROWICZ (1986), a navegação no rio Tamanduateí foi suspensa em 1854, em virtude de intervenções que estavam sendo feitas (retificação e drenagem)

Em 1892, foi nomeada uma Comissão de Saneamento para organizar e implementar projetos de retificações nos rios Tamanduateí e Tietê. Em 1894, o governo do Estado decretou 'de utilidade pública', uma faixa de 60 metros para a canalização do rio desde o Ipiranga até sua foz. De acordo com Kahtouni (2004), os estudos realizados para a retificação do Tamanduateí, elaborados pelos engenheiros Paula Souza e Theodoro Sampaio, visavam transformar o rio em um canal com vazão de 120 m³/s.

Em 1894, retomaram-se as obras de previstas no Projeto Carlos Bresser de retificação do Rio Tamanduateí, as quais, junto com a estrada de ferro, passam a atrair muitas indústrias para a região. As áreas aterradas da planície de inundação do Tamanduateí foram conferidas a industriais, que por muitas décadas se aproveitaram da água e da ferrovia para desenvolver seus negócios particulares. (ECOSAMA, 2007).

Mais uma vez, as obras de aterro da várzea do Tamanduateí implicaram também na mudança da morfologia das colinas, uma vez que o Morro da Forca, onde hoje se localiza a Praça da Liberdade foi arrasado, servindo de fonte de material para os aterros.

Bruno (1991c), destaca as modificações radicais efetuadas com o objetivo de promover o aproveitamento das várzeas do Rio Tamanduateí:

> O leito do rio já estava regularizado e suas margens gramadas e arborizadas em 1905 ...Isso no trecho denominado Várzea do Carmo. Aproveitou-se mesmo o que havia de gracioso no curso do Tamanduateí para se conseguir efeito sugestivo no aspecto do Parque Dom Pedro Segundo. Mas também a Várzea do Mercado merecia as atenções da municipalidade, e sabe-se que em 1908 a Light retirava argila do Morro do Piolho para o solevamento dela. A partir dessa época a Prefeitura mandou solevar uma extensão enorme da várzea – escreveu Afonso A. de Freitas – em cerca de dois metros, acabando-se de uma vez com a possibilidade de se reproduzirem os transbordamentos do Tamanduateí entre o planalto central e as planícies do Brás e da Mooca. Esse solevamento se fez em toda a faixa alagadiça que tomava nomes diferentes, chamando-se várzea do Cambuci no bairro desse nome, pasto do Meneses e depois do Ozório e por fim várzea do Glicério, entre as ruas Lavapés e da Mooca, várzea do Carmo em frente à igreja desse nome, do Mercado e do Gasômetro, na altura desses estabelecimentos e do Pari, do Seminário ou dos Lázaros a partir da altura do Seminário Episcopal até o rio Tietê. Quanto propriamente às obras de retificação do Tamanduateí, reclamadas através de um século, observou ainda Freitas, elas tiveram seu complemento definitivo em 1916, com a inauguração da última secção do leito artificial. (p. 1089-1090)

Segundo Zmitrowicz (1986), para a realização desse aterro na várzea do Tamanduateí, o material utilizado provinha das colinas do Cambuci. Ainda segundo o autor, o aterro, mais tarde, se estendeu até o Ipiranga e foi aproveitado para a implantação da Avenida do Estado.

Em 1893, iniciaram-se também as obras de saneamento do Ribeirão Anhangabaú, através da retificação do canal e canalização subterrânea do rio (tamponamento) e de trechos dos córregos Saracura e Bexiga o que, em 1906, possibilitou a implantação da Rua do Anhangabaú e também do parque do Vale do Anhangabaú.

Segundo Sant'Anna (2007),

> [...] a primeira parte do Anhangabaú a ser colocada dentro de uma galeria foi aquela da região do largo do Piques, entre a rua Asdrúbal do Nascimento e a ladeira do Piques (trecho inicial da atual Nove de Julho). As águas do Anhangabaú, desde tempos remotos utilizadas como local de despejo de dejetos, pareciam, enfim, livres da "contaminação". Não demoraria muito para que o mesmo Anhangabaú se tornasse um marco referencial da divisão entre a cidade velha e a nova, construída não mais com taipa, mas com tijolos. E não demoraria muito, também, para que vários abaixo-assinados de moradores das imediações desse córrego pedissem providências para combater o mau estado do que restava do tão mal-afamado rio, o que demonstra a persistência do antigo problema da insalubridade de suas águas. Em 1882, foi feito um orçamento para cobrir o Anhangabaú com tijolos, desde a ladeira Santo Amaro até a Ponte do Piques.
>
> [...] Para alívio de uns e preocupação de outros, o Anhangabaú acabou sendo coberto, dando lugar a inúmeras disputas pelo terreno que o escondeu no subterrâneo, graças à canalização. A cobertura do Anhangabaú fortaleceu a polêmica sobre os usos futuros do terreno recém-coberto, tornando visível a força de interesses privados na conquista das terras. Na verdade, desde o começo daquela década, "cobrir" rios era uma solicitação recorrente de alguns moradores importantes de São Paulo. Os rios cobertos tornavam-se propriedades particulares ou ruas.... (p.143-144)

O "saneamento" da Várzea do Carmo e a canalização e tamponamento do Ribeirão Anhangabaú, deram lugar à criação de dois importantes parques urbanos – Parque Dom Pedro II e Parque do Anhangabaú. Ambos, por certo tempo, foram cartões postais da cidade e símbolos do "higienismo". Segundo Toledo (2004),

> A Várzea do Carmo manteve-se pouco ocupada até 1918, quando o antigo vale pestilento deveria se transformar numa das mais atrativas áreas da cidade. O Parque Dom Pedro II, em 1925, já era um belíssimo parque tal como fora concebido por Bouvard. Era a concretização da antiga aspiração de João Teodoro. (...) O projeto para o Parque da Várzea do Carmo talvez tenha sido o mais imaginoso e mais completo. Foi criado um "lago" com o alargamento do leito do rio e uma ilha. Alamedas com desenho desenvolto criavam áreas onde estava prevista recreação para todas as faixas etárias... O projeto foi levado adiante, nunca inteiramente concluído e cedo desvirtuado. (p.156)

Foto 16 Obras de reurbanização do Parque Dom Pedro II, 1918-22.
Fonte:Toledo (2004). Autor desconhecido.

Foto 17 Parque Dom Pedro II.
Fonte: Cartão-Postal. Ed. Colombo in Toledo (2004) sem referência à data.

Quanto ao Parque Anhangabaú, o mesmo autor tece os seguintes comentários:

> Na década de 1910-1920 o Parque Anhangabaú ganhou a sua feição mais notável. O belo parque, projetado por Bouvard, contava com edifícios bem integrados no que se refere a implantação e escala. Seus jardins e palacetes marcaram, então, a fisionomia da cidade. O conjunto apresentava admirável harmonia. (TOLEDO, 2004, p.135)

Mas, além das várzeas, os rios também eram responsáveis pela esculturação de um relevo bastante dissecado, com vales estreitos e profundos que dificultavam a circulação, obrigando a construção de viadutos na cidade, tais como o viaduto do Chá, viaduto Santa Efigênia, e viaduto da Boa Vista.

Sobre este aspecto Bruno (1991c) destaca que:

> A estrutura da cidade, observou Caio Prado Junior que foi grandemente influenciada pelo relevo, que lhe impôs sobretudo os viadutos. Os leitos do Anhangabaú, do Saracura, e do Bexiga, principalmente, dividiram a cidade em compartimentos de comunicação difícil, forçando a construção dessas passagens.(p.1096)

Com relação à expansão da mancha urbana no início do século XX, e os outros cursos fluviais, Bruno (1991c) destaca:

> Entretanto a zona urbana de São Paulo, com o seu crescimento considerável nessa época, foi engolindo uma porção de trechos de outros rios e ribeiros. [...] Passaram a correr dentro da cidade em alguns pedaços de seu curso outros rios menos ligados ao passado remoto de São Paulo. Alguns dando seus nomes a bairros ou arrabaldes, como o Água Branca, o Tatuapé, o Jeribatiba, o Saracura, o rio da Mooca. E também o Ipiranga – o das margens plácidas – e ainda o Lavapés, em outros tempos limite entre a zona urbana e a rural.

> Ainda outros cursos d'água por assim dizer se urbanizaram: o riacho Cavandoca e o córrego do Alemão, na Mooca e no Belezinho, o ribeiro da Traição, no limite do distrito da Consolação, o ribeiro Toucinho e seus afluentes Iguatemi, Barro Branco e Cuvetinga – estes de maior utilidade, vertendo da Serra da Cantareira e abastecendo de água a cidade. Mas quase todos eles rios humildes, rios de bairro, apenas banhando hortas, recebendo o despejo das fábricas ou fazendo dançar velhas canoas de transporte de areia ou de telha. (p.1092)

Foto 18 Morro do Piolho em 1904
Rua Espírita com Rua Lavapés. Observa-se, ao fundo, a retirada de terra.
Autor: sem referência
Fonte: http://saudadesampa.nafoto.net/photo20060812155722.html

Foto 19 Retificação do RioTamanduateí em 1914
Autor: sem referência
Fonte: http://saudadesampa.nafoto.net/photo20070201230707.html

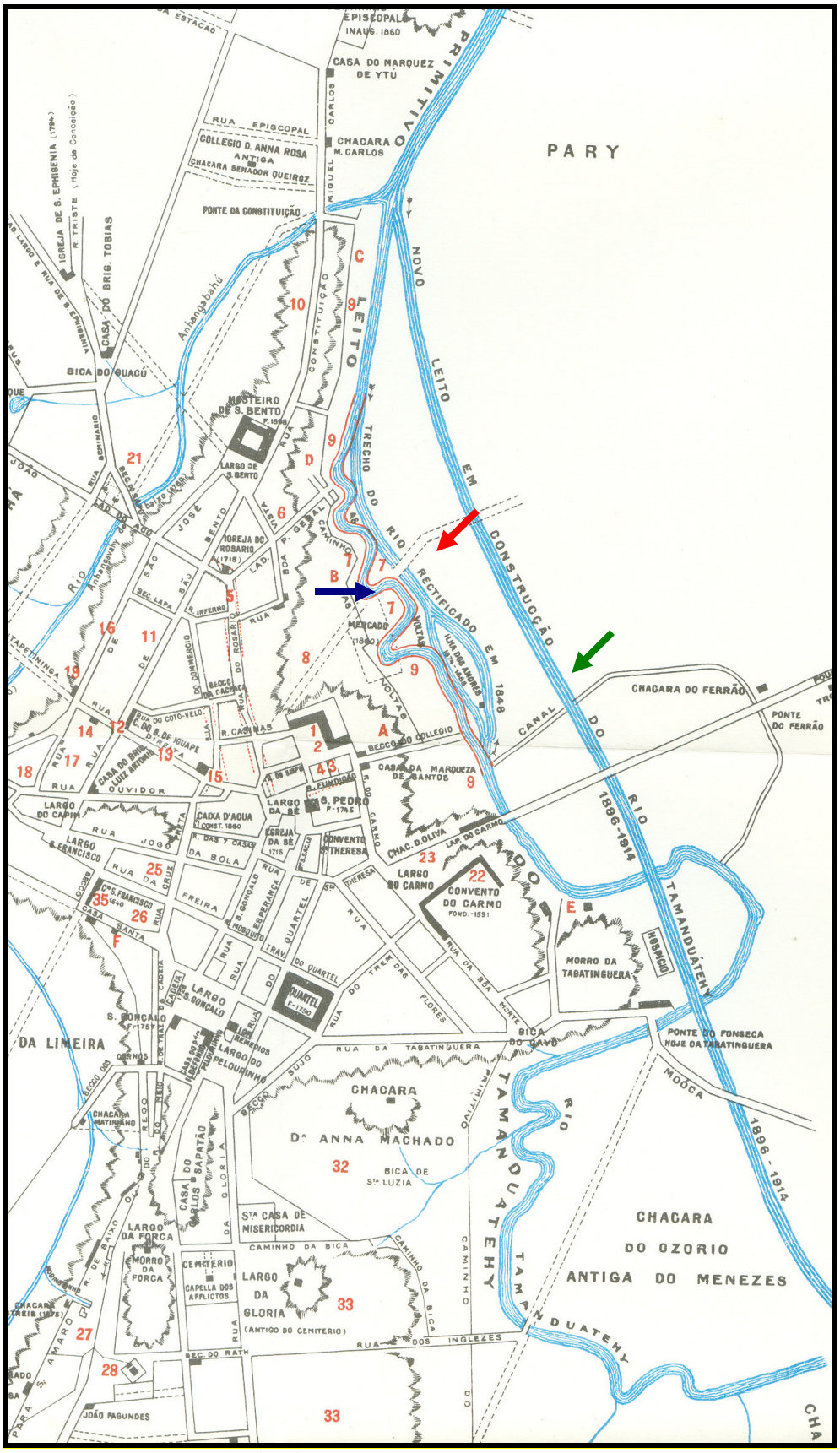


Figura 23 Intervenções sobre trecho do Rio Tamanduateí

Detalhe de planta de Affonso A. de Freitas, destacando intervenções sobre o trecho do Rio Tamanduateí no século XIX: a seta azul indica o traçado original; a seta vermelha, o trecho retificado, segundo o autor, no ano de 1848, e a seta verde, indica o leito do Rio Tamanduateí, ainda em construção (construído entre 1896-1914).

Fonte: Freitas (1978)

O discurso higienista, numa época em que a cidade sofria com as epidemias, foi um grande aliado da especulação imobiliária. "A higiene como 'apanágio do progresso e vitalidade de um povo' parecia rimar perfeitamente com o desejo de transformar a cidade em capital favorável aos interesses dessa crescente especulação." (SANT'ANNA, 2004, p. 198)

6.2.4 Um limite (sócio-espacial) imposto

De acordo com Campos (2007), a intenção de expandir a área urbana da cidade para a planície fluvial do rio Tamanduateí já se fazia presente desde 1860.

> Sentindo-se politicamente respaldada, a edilidade paulistana ousou contrariar vários interesses ao pretender urbanizar um local de servidão pública, a várzea do Carmo. Muitas discussões foram provocadas por essa atitude, que afrontava a *Lei das Terras* de 1850 (ATAS..., v.45 p.214)[65]. Entretanto, preponderou a visão privatista, e José Porfírio de Lima, engenheiro e vereador, chegou a apresentar um plano de arruamento da várzea, acompanhado do respectivo padrão normalizador das construções que aí viessem a ser erguidos. Na verdade, durante as sessões da Câmara, o edil teve várias oportunidades de fazer a defesa da alienação daquela parte da cidade, que, em seu modo de ver, nada mais era do que um pasto inundável no meio da povoação (ATAS...,1860, v.46, p.28). Os lotes deveriam ser distribuídos a pessoas de recursos, para que construíssem casas de aluguel destinadas às camadas menos abastadas. Na opinião de outro vereador, a ocupação da várzea favorecia não só as pessoas pobres, que teriam a oportunidade de morar próximo ao centro, como também propiciaria o dessecamento da região, impedindo que novas inundações viessem a ocorrer (previsão que, naturalmente, o futuro se encarregaria de desmentir) (ATAS..., 1859, v.45, p.151 a 154).
> Paralelamente à tentativa de ocupar a área alagável do Tamanduateí, efetuaram-se o arruamento do Campo Redondo e o prolongamento e a abertura de ruas em diversos pontos da cidade e suas freguesias. Iniciava-se, enfim, a expansão física da Capital. (CAMPOS, 2007, p.19-20) (grifos nossos)

O caráter de segregação espacial, explícito na citação acima, passa a configurar-se de fato na cidade de São Paulo, a partir do ciclo do café e, principalmente, da industrialização.

Segundo Rolnik (2003):

> A cidade escravocrata era pouco segregada; o centro era local de moradia e trabalho de todos, marcado pela presença constante dos escravos e do comércio, (...). A periferia era o cinturão caipira e local de ricas chácaras. As ruas e praças do centro misturavam grupos sociais e atividades; no entanto, os limites e fronteiras entre os grupos sociais estavam clara e rigidamente definidos, já que as marcas da diferença entre senhores e escravos prescindem de signos espaciais. (p. 18)

[65] Atas da Câmara. Acervo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luis.

A partir de informações levantadas por Bruno (1991c), observa-se que a partir de 1880, até mesmo as áreas mais centrais da cidade de São Paulo passaram a apresentar duas zonas bastante distintas: A primeira, situada ao norte da freguesia da Sé, com Santa Ifigênia, e parte da Consolação, tinha casas mais modernas, lojas de modas, bons hotéis e restaurantes, e seus moradores que freqüentavam cafés e confeitarias, compravam jornais da terra e de fora; enquanto que a segunda, ao sul da Sé, com a Glória, a estrada do Vergueiro, o Bexiga e também partes da Consolação e do Brás, possuíam casas simples e sombrias, quase sempre térreas; sem lojas nem alfaiates, nem cabeleireiros famosos, sem hotéis, restaurantes ou teatros. Assim, conviviam à mesma época duas cidades: uma que já havia assimilado as tendências de europeização das cidades brasileiras, e outra que representava ainda o passado colonial.

Por outro lado, a chegada de dois grupos sociais tão diferenciados que atuavam como "atores da expansão urbana" da cidade – a elite cafeeira e os imigrantes, explicitam uma ruptura ainda mais forte: não se tratava agora apenas de duas temporalidades distintas convivendo numa mesma época, mas sim a segregação sócio-espacial.

O primeiro surto de industrialização, baseado principalmente nas indústrias têxteis e alimentícias localizadas nas várzeas ao longo das ferrovias, e os intensos fluxos imigratórios (iniciados com o ciclo do café), induzem a expansão da cidade com o surgimento de bairros operários como Brás, Pari, Belém, Moóca, Ipiranga e outros.

> Na Primeira República, a imagem dessa topografia social é feita de colinas secas, arejadas e iluminadas, de palacetes que olham para as baixadas úmidas e pantanosas, onde se aglomera a pobreza. (ROLNIK, 2003 p. 20)

Em outro trecho da mesma obra, Rolnik afirma:

> Nos bairros populares, a paisagem é feita de locais superocupados horizontalmente, formando becos e vilas, entremeados por galpões industriais, ocupando várzeas pantanosas e inundáveis no entorno das ferrovias. [...] Geralmente, há barro nas ruas, esgoto a céu aberto e bonde na via principal. O bairro dos ricos é aquele cujas mansões se fecham em muros, exibindo sua imponência nas avenidas largas e iluminadas, amplos espaços para uma seleta e íntima vida social. (p.18)

Nesse contexto o Grupo Light[66], através de seus serviços de bondes elétricos, inaugurados na cidade em 1900, muito contribuiu para consolidar a segregação espacial e a lógica de ocupação baseada na especulação imobiliária na cidade de São Paulo.

> Se os limites espaciais e econômicos da cidade de São Paulo foram delimitados até 1900 pelas ferrovias [...], a partir de então os bondes elétricos da Light é que se constituirão em fatores decisivos não só para uma nova reordenação do espaço urbano, como ainda para a incorporação de capital ao valor da terra – através da parte da mais-valia criada na ampliação dos serviços de infra-estrutura, que conferem valorização tanto às áreas públicas, quanto aos lotes privados.
> Se o fenômeno da especulação imobiliária já ocorria na cidade como alternativa econômica aos negócios cafeeiros, por que a Light, detentora de uma mercadoria essencial como a energia não se lançaria também à expansão do espaço urbano e à conseqüente especulação imobiliária? (PASCHKES, 1986, p. 42)

Os critérios de escolha da Light, para a instalação de linhas de bonde, não levava apenas em consideração a lucratividade do próprio serviço, mas sim o lucro advindo da valorização das terras servidas pelos bondes. Num primeiro momento, a Light adquiria terrenos por preços irrisórios ou, principalmente, obtinha-os através de desapropriações[67]. E então, implantava na região pequenos trechos de linhas, provocando a demanda por imóveis e a conseqüente valorização do local quando, em seguida, completava a linha.

> Numa pequena amostragem dos recibos de impostos pagos à Prefeitura pela Light de 1901 a 1910, observa-se que Cia. possuía terrenos em diversos pontos da cidade: Avenida Celso Garcia, Rua Augusta, Av. São João, Rua Major Sertório, Rua Lavapés, Av. Independência. R. Barão de Campinas, Alameda Glette, Rua Barão de Limeira, Rua Imigrantes, Rua Helvetia, Rua José de Alencar, Rua Alfândega, além de áreas desapropriadas às margens dos rios Tietê e Pinheiros. Pode-se considerar que até mesmo a compra do Teatro São José, efetuada pela Light em 1919 para sua futura sede reflete a participação da Companhia nos negócios imobiliários, à medida que a região da Rua Xavier de Toledo, do viaduto do Chá e da Rua Formosa passaria posteriormente a representar o novo ponto nevrálgico da cidade.
> Desta forma, tanto os bondes quanto os imóveis da Light se constituíram em instrumento de especulação, disseminando a ocupação e expansão da cidade ao sabor dos interesses privados, sem a possibilidade de controle por parte do poder público. (PASCHKES, 1986, p. 45)

---

[66] The São Paulo Tramway Light and Power Co. Ltd. foi fundada, em 1899, por um grupo de capitalistas canadenses, dentre os quais James Gunn e William Mackenzie, presidente da Canadian Northem Railway. Em 1912, a partir de sua fusão com The Rio de Janeiro Tramway Light and Power Co. e São Paulo Eletric Co., forma-se a Brazilian Traction, Light and Power Co. Ltd. (SAES, 1986)

[67] Até 1925, a Ligth poderia desapropriar, às suas expensas, áreas de seu interesse, a título de utilidade pública. (PASCHKES, 1986, p. 45)

Importante ainda lembrar as ligações entre a Light e a Cia. City, apontadas por Pierre Monbeig (1953). De acordo com o autor, parte dos conselheiros da Light compunham também o comitê administrativo da Cia. City, cujos loteamentos implantados a partir de 1915, obviamente, seriam contemplados pelos serviços de infra-estrutura, tais como bondes e energia elétrica.

Foto 20 Avenida Paulista, em 1902
Foto: Gaensly. G. (1902)
Fonte: Divisão Iconográfica/PMSP

Foto 21 Brás no início do século XX
Foto: sem referência ao autor da foto
Fonte: Divisão Iconográfica/PMSP

6.2.6 A Paulicéia Desvairada

Nas primeiras décadas do século XX, a cidade de São Paulo viveu um ritmo de desenvolvimento frenético. Basta imaginar que qualquer paulistano que, no início do século, contasse com mais de sessenta anos, tenha presenciado a substituição das casas de taipa por palacetes e, à seguir, pelos arranha-céus. Esse mesmo morador que, a princípio, percorria as ruas da cidade, entre a escuridão e a mortiça luz de candeias de óleo de peixe, em bondes puxados por burros, passa a se deslocar em bondes elétricos sob as luzes dos postes da Light. Agora ele não mais precisava disputar espaço nos chafarizes da cidade, pois a água jorrava de torneiras em sua própria casa. O espaço nas ruas não era mais disputado com os animais de carga e com os aguadeiros, e sim com os automóveis que invadiam a cidade. Já não se ouvia mais apenas os dialetos africanos dos escravos, pois agora esses eram sufocados pelas

conversas altas e espalhafatosas de italianos, espanhóis, alemães e tantos outros imigrantes. A capoeira dividia espaço com a tarantela. E enquanto a elite copiava tudo que vinha da Europa, um grupo de artistas e intelectuais escandalizava a todos, pois Macunaíma não os deixava esquecer que, apesar de todos os requintes europeus, no fundo, todos eram tupiniquins. As procissões religiosas perderam seu público para os parques de diversões, cinemas e confeitarias. Nem os céus estavam livres da modernidade: o *Zeppelin* sobrevoava a cidade, anunciando que o futuro já pairava sobre São Paulo.

No início do século XX São Paulo, de acordo com Rolnik (2003), foi o maior ponto de atração de capitais e população de todo o país. Conforme se observa no gráfico abaixo, o crescimento populacional na cidade, neste período, foi vertiginoso.

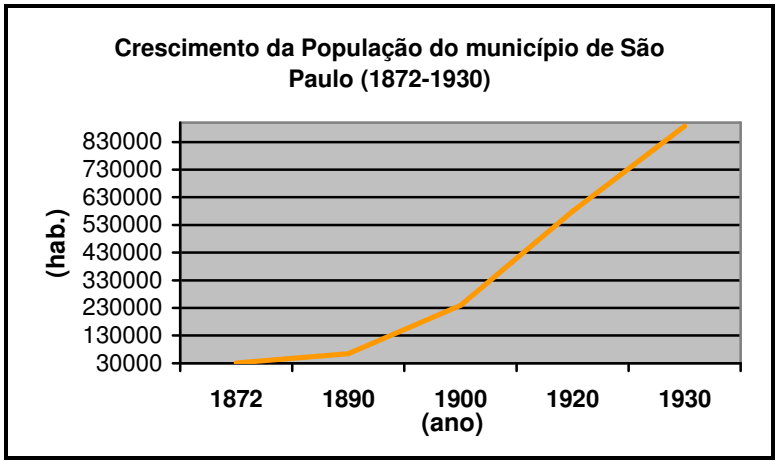


Gráfico 15 – Evolução do crescimento da população da cidade de São Paulo entre os anos de 1872 a 1930.
Fonte EMPLASA (2001b)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C

A expansão urbana da cidade de São Paulo, neste período, tem como eixos principais os traçados das ferrovias. No entanto, observa-se que o desenvolvimento do tecido urbano, fragmentado por vazios que correspondiam às planícies de inundação, vales encaixados ou áreas de cabeceiras, lentamente começa a se compactar, à medida que são realizadas intervenções tais como aterros, retificações, canalizações e construção de viadutos. Comparando-se a evolução da mancha urbana de São Paulo nos anos 1881 e 1930, observa-se que a expansão urbana passa a incorporar cada vez mais as áreas da planície do Rio

Tamanduateí, dando continuidade à lógica de apropriação desses “vazios”, iniciada ainda em fins do século XIX e já discutido anteriormente.

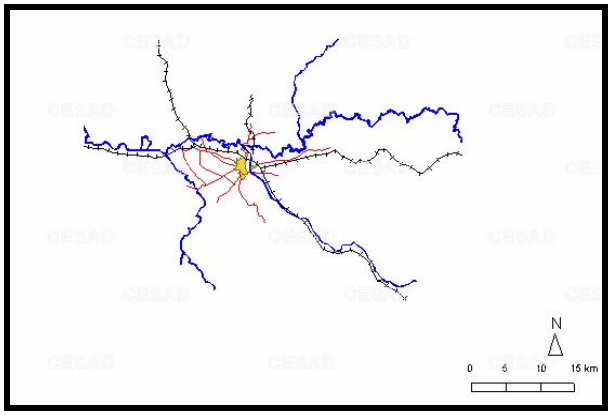


Figura 24 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1881
Fonte: CESAD-FAUUSP Fonte básica: Flávio Villaça - "A estrutura territorial da metrópole sul brasileira" : Área edificada em 1881 (fonte: Planta da cidade de S.Paulo Cia Cantareira e esgotos 1881; Planta do Departamento Geográfico e Geológico São Paulo 1840)

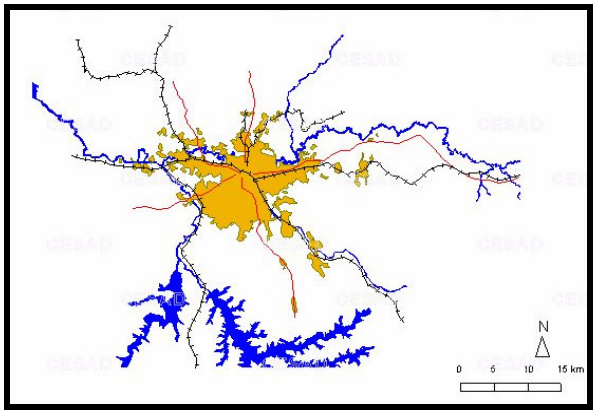


Figura 25 Evolução da mancha urbana de São Paulo em 1930
Fonte: CESAD-FAUUSP Fonte básica: Flávio Villaça - "A estrutura territorial da metrópole sul brasileira": Área edificada em 1930 (fonte: Mappa topographico do Município de São Paulo executado por Sara Brasil)

Sobre a expansão urbana da cidade de São Paulo, encontram-se em Bruno (1991 c), as seguintes observações:

> Essa expansão foi tão grande e tão vertiginosa que a municipalidade, entre os anos de 1911 e 1913, se mostrava impressionada – escreveu Alcântara Machado, então vereador – com a maneira por que São Paulo se espalhava e se dispersava em todas as direções e com a multiplicação dos bairros que apareciam de improviso à grande distância do centro, quando nas vizinhanças da área central havia largos espaços desocupados. Também o viajante Bertarelli reparava em 1914 que a cidade se espalhara excessivamente, tendo então, com menos de quinhentos mil habitantes, uma área tão grande quanto a de Paris. (p.1050)

Enquanto bairros operários vão se formando nas zonas fabris, instaladas junto às ferrovias, a área central da cidade passa a apresentar crescimento vertical.

Segundo Bruno (1991c), a partir de 1911,

> [...] procurou a municipalidade promover o crescimento da cidade no sentido vertical, criando obstáculos à abertura de novas ruas e estabelecendo o mínimo de três andares para os edifícios que se construíssem ou se reconstruíssem em certas ruas: além das mais centrais, as da Consolação, Barão de Itapetininga, São João, Conselheiro Crispiniano e Rangel Pestana. (p. 955-056)

Os imponentes edifícios públicos construídos por Ramos de Azevedo, pouco a pouco vão sendo obscurecidos pelas sombras dos grandes arranha-céus que surgem na cidade.

Bruno (1991c) destaca que:

> Já nas suas crônicas escritas de 1926 a 1935 e depois reunidas no volume *Cavaquinho & Saxofone*, Antonio de Alcântara Machado escrevia ironicamente, depois de se referir a um prédio de nove andares: "O que hoje não é nada, porque há no centro da cidade e fora dele mesmo construções que tem dez, doze e quinze andares, de forma que São Paulo, continuando assim, é capaz de bater a própria Nova York." (p. 1327)

A verticalização das áreas centrais não pode ser entendida apenas como conseqüência da modernização das técnicas construtivas mas, sobretudo, como resposta à valorização dos terrenos centrais, dotados de infra-estrutura. Scarlato (1996) aponta que "À medida que a valorização dos terrenos nas áreas centrais foi ocorrendo, edifícios com gabarito cada vez mais altos foram ocupando o centro. Exemplo disso foi a construção do edifício Martinelli, com trinta pavimentos, no ano de 1930." (p.443)

Joseph Rudyard Kipling[68], em sua visita a São Paulo, em 1927, faz a seguinte observação:

> A região de negócios em São Paulo está compactada ao redor de um pródigo jardim enfeitado com palmeiras, opondo o Teatro Municipal aos clubes, sendo periodicamente demolida e reconstruída ainda mais alta. No momento, todo mundo acredita que traves de aço e revestimentos de pedra representam algum tipo de magia. (apud PASSOS & EMÍDIO, 2009, p. 129)

Na medida em que as áreas centrais verticalizavam-se e modernizavam-se, as áreas dos subúrbios iam perdendo suas características de zona de transição entre o urbano e o rural e transformando-se em periferia – áreas excluídas, à margem da urbanização.

---

[68] Joseph Rudyard Kipling foi romancista, contista, cronista, jornalista e poeta nascido na Índia e educado na Inglaterra e recebeu o Premio Nobel de Literatura, em 1907. As crônicas referentes à sua visita ao Brasil, em 1927 estão reunidas no livro *As crônicas do Brasil.* Ed. Landmark, São Paulo. 2006.

> Ao mesmo tempo em que a concentração de investimentos em "melhoramentos" e a legislação vai alinhando os territórios da riqueza, ela vai delimitando aqueles onde deverá se instalar a pobreza. O movimento, desde seu nascimento, é centrífugo, ou seja, delimita as bordas da zona urbana ou mesmo a zona rural como local destinado para os mais pobres. [...] E continua com a delimitação do chamado perímetro urbano, demarcando as áreas que deveriam obrigatoriamente receber serviços de infra-estrutura e excluindo bairros operários já inteiramente habitados na época, como Vila Prudente, Tatuapé, Canindé. (ROLNIK, 2003, p. 22-23)

Foto 22 Vista do centro da cidade de São Paulo, a partir da Rua dos Ingleses, c. 1925.
Fonte: Cartão-postal (s.Ed) in Toledo (2004)

6.2.6 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1930, e as modificações na hidromorfodinâmica entre 1882 e 1930

Através de mensurações efetuadas nos Mapas da Evolução da Mancha Urbana da RMSP (CESAD-FAU/USP), de 1881 e 1930, estima-se que a mancha urbana que, em 1881, correspondia a 4,12 Km², passa a ocupar, em 1930, 199,7 Km². Tal crescimento corresponde a um espantoso aumento de aproximadamente 4.800%.

Através do gráfico 16 observa-se que, diferentemente do que se verificava até 1881, a urbanização não mais predomina na área correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Enquanto no período anterior, aproximadamente 70% da mancha urbana se concentrava na BHRT, para este período, o quadro praticamente se inverte.

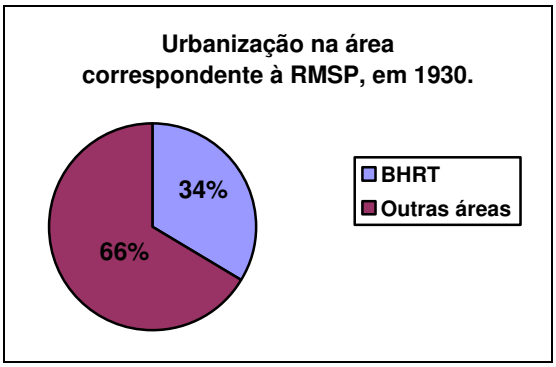


Gráfico 16 - Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1930
Fonte: Mapas da evolução da mancha urbana da RMSP (CESAD-FAU/USP)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Enquanto a mancha urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no período de 1881 a 1930, passou de 2,86 Km² para 67,2 Km² (aumento de aproximadamente 2.300%), nas demais áreas a urbanização saltou de 1,26 Km² para 132,5 Km² (aumento de aproximadamente 10.400%).

As mensurações efetuadas nos Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1881 **(Mapa 2)** e 1930 **(Mapa 3)**, apontam que, no período que se estende de 1882 a 1930, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentou o seguinte quadro de urbanização:

UNIDADES		ÁREA URBANIZADA Km²	ACRÉSCIMO EM RELAÇÃO AO PERÍODO ANTERIOR Km²	% DO TOTAL DE CADA UNIDADE
Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí		67,20	64,34	20,3
Colinas sedimentares com topos plano-convexos e patamares aplanados		41,24	39,31	28,7
Morros cristalinos baixos e médios com topos convexos		1,93	1,93	1,5
Planícies Fluviais	Terraços Fluviais	8,87	8,4	71,3
	Planície de inundação	15,16	14,71	34,3

Tabela 20 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1882-1930)
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

O gráfico 17 permite avaliar espacialmente, o total, em números absolutos, da urbanização em cada compartimento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio

Tamanduateí, enquanto que o gráfico 18, demonstra o percentual de cada compartimento, ocupado pela urbanização, em 1930.

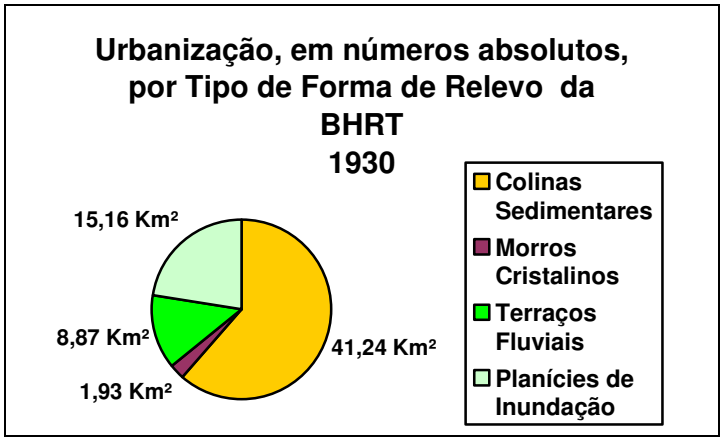


Gráfico 17 - Urbanização, em n úmeros absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1930.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C

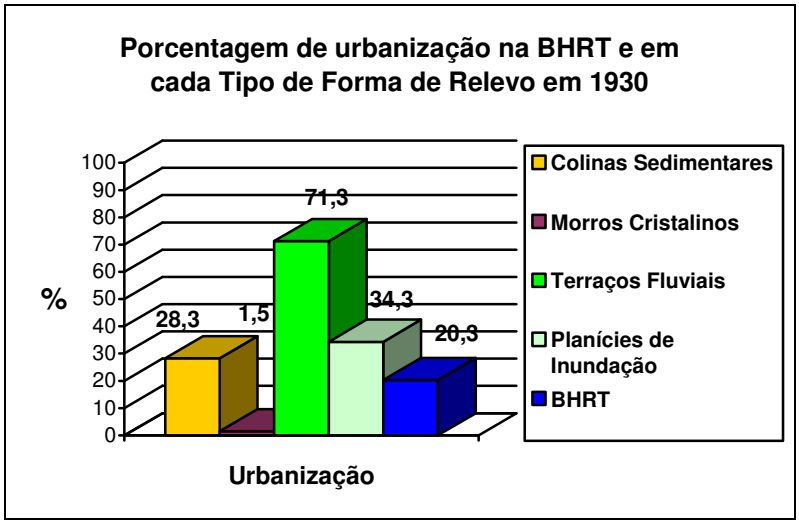


Gráfico 18 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1930.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

No gráfico 17, observa-se que a ocupação urbana se estabelece, ainda predominantemente, sobre as colinas sedimentares. Nesse período, começam a surgir ocupações em terrenos cristalinos, mas ainda de forma bastante restrita. Tratam-se de pequenas porções, com declividades modestas, bem próximas às colinas sedimentares, nos municípios de São Paulo (bairro do Sacomã) e Santo André.

No gráfico 18, observa-se que a urbanização já ocupava parte significativa dos terraços fluviais. No entanto, deve-se considerar que tal compartimento geomorfológico tem pouca expressividade, em termos de área, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

No que se refere especificamente aos subsistemas fluviais, verificou-se, através de mensurações no Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1930 **(Mapa 3)**, as seguintes mudanças:

- O Rio Tamanduateí, em 1930, apresenta um trecho retificado de cerca de 7,6 Km apresentando uma extensão total de 36,9 Km; ou seja, seu curso sofreu uma redução de 2,2 Km, em relação à sua extensão original e, 4 Km de redução, em relação à extensão apresentada no período anterior;

- De 1881 a 1930, foram efetuados cerca de 3 Km de obras de retificação no Rio Tamanduateí e os canais de drenagem adicionais foram suprimidos, restando apenas um único leito;

- Outros cursos d'água, tais como o Córrego do Lavapés e Rio Ipiranga, tiveram pequenos trechos retificados, perfazendo um total de 2 Km;

- Alguns canais fluviais, como o Ribeirão Anhangabaú e seus principais afluentes – Ribeirão Saracura e Ribeirão do Bexiga, foram totalmente tamponados. Também o Córrego Cassandoca foi parcialmente tamponado. Ou seja, 12,3 Km de cursos d'água deixaram de fazer parte da paisagem paulistana; e,

- Do total de 656,2 Km de cursos fluviais originais, em 1930, aproximadamente 25 Km destes já haviam sofrido algum tipo de modificação em termos de padrão e comprimento (indicadores morfológicos), ou através de tamponamento (indicador hidro-geomorfológico).

Conforme demonstrado, as intervenções nos cursos d'água já não se restringiam ao Rio Tamanduateí, cujas inundações e águas estagnadas tanto incomodavam a cidade. O Ribeirão Anhangabaú, agora totalmente inserido no meio da cidade, passa a ser objeto de

modificações, sendo o primeiro curso d'água da bacia hidrográfica, e provavelmente do estado de São Paulo, a ser tamponado.

Inaugura-se também, nesse período, uma nova forma de interferência antrópica na dinâmica natural de circulação hídrica na bacia hidrográfica, através da construção de dutos para o abastecimento de água e galerias para captação de esgotos e águas pluviais. A instalação de sistema de drenagem urbana, através de "bocas de lobo" e galerias de águas pluviais, embora minimizem a formação de enxurradas no sistema viário, reduzem o tempo de concentração na bacia, antecipando os picos de vazão e, conseqüentemente, contribuem para a ocorrência de inundações à jusante.

Quanto ao subsistema de vertentes, além de cortes e aterros de pequenas dimensões (não cartografáveis na escala adotada nesse estudo) efetuados para a implantação de novos arruamentos e edificações, destaca-se a supressão de morrotes cujo material foi utilizado para o aterro de mais um trecho da planície fluvial do Rio Tamanduateí: o Morro da Forca, onde hoje se localiza a Praça da Liberdade, e o Morro do Piolho, no Cambuci. Além da supressão de elementos convexos, também já havia sido feito o aterro de um colo e de parte das concavidades que constituíam anfiteatro de nascentes do Córrego Saracura, para a instalação da Avenida Paulista.

As mudanças, em termos de materiais, além dos aterros de áreas da planície e, mais restritamente, também desse setor do Espigão Central, também ocorriam, ainda que mais lentamente, nas áreas mais centrais da cidade de São Paulo, onde a pavimentação com paralelepípedos, ainda que evitasse a erosão e transporte de sedimentos por escoamento superficial, acabava por dificultar ainda mais a infiltração de água no solo e, portanto, aumentava a velocidade dos fluxos de escoamento.

Por outro lado, conforme mencionado anteriormente, a rápida expansão da mancha urbana no período implicou na abertura de inúmeros loteamentos, cujas novas ruas, recém-

abertas, disponibilizaram grandes quantidades de sedimentos, e aceleraram ainda mais o assoreamento dos canais fluviais.

Joseph Rudyard Kipling assim relatava tal situação em São Paulo, em 1927:

> Os gigantescos subúrbios, que crescem dia e noite, começam com uma pavimentação impecável e terminam, oito quilômetros além, em barrancos, valas e lamaçais de terra vermelha. Mas o que você esperava ? O esforço é requerido para outras coisas; e, em diversos lugares, mesmo o material é escasso. Uma estrada para ter qualquer utilidade aqui deve ter uns quatrocentos quilômetros a mais; e as intempéries vão desbotar cada metro desprotegido disto, como pode confirmar qualquer um que presenciou uma torrente de quinze centímetros de profundidade rodopiar pelas ruas pavimentadas após uma hora de pouca chuva. (apud PASSOS & EMÍDIO, 2009, p. 129)

Esses processos, somados ainda à entrada adicional de água no sistema da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, importadas de outras bacias hidrográficas (Serra da Cantareira) para o abastecimento público, implicaram no aumento do volume de água drenado pela bacia hidrográfica, e agravaram ainda mais os problemas de inundação, tornando todas as intervenções até então realizadas, ineficientes.

Observa-se, na foto 16, que à despeito das obras de retificação e aterramento, as inundações continuavam ocorrendo.

Foto 23 Inundação do Rio Tamanduateí, no ano de 1918
Imagem tomada do ponto próximo à Avenida Rangel Pestana, em direção à Rua do Gasômetro.
Fonte: Aurélio Becherini, Acervo PMSP/SMC/DPH/DIM

Em Jorge (2006), encontram-se as seguintes informações referentes ao ano 1919, que também indicam que as obras de retificação e aterramento em nada resolveram os problemas de inundação:

> De há muito anos para cá que a população desta capital não assistia a um espetáculo tão surpreendente e emocionante como o que registramos ontem nesta cidade: a formidável enchente que, apanhando de sopetão os moradores convizinhos do Tietê e Tamanduateí, pôs em sério perigo a vida de centenas de pessoas, causando-lhes ao mesmo tempo prejuízos incalculáveis.
> Foi tão rápido a inundação, tão violento o transbordamento, principalmente nas ruas situadas nas imediações do Palácio das Industrias, a rua Santa Rosa, por exemplo...
> [...] As águas, a essa hora, elevavam-se a 1 metro e 98 centímetros, subindo incessantemente. (p.174)

Ainda sobre o mesmo episódio, Jorge (2006) relata que, no Cambuci, duas crianças foram arrastadas pela correnteza que se formou nas ruas Barão de Jaguara e dos Pescadores. De acordo com os relatos, um jovem de 17 anos conseguiu salvar uma das crianças mas acabou morrendo juntamente com a outra que tentava resgatar.

Também o tráfego da estrada de ferro teve que ser interrompido, na ocasião, pois "pela manhã, no Ipiranga, as águas haviam subido, e interditado dois quilômetros de trilhos." (JORGE, 2006, p.177) Lembrando ainda que, dez anos depois, em 1929, a cidade enfrentaria uma inundação ainda pior.

Já nas porções média e superior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, além do aumento das modificações resultantes de interferências relacionadas indiretamente ao processo de urbanização da cidade de São Paulo, tais como a extração de argila para a fabricação de telhas e tijolos nas várzeas dos cursos d'água, também o processo de urbanização, iniciado através do surgimento de núcleos urbanos e vilas ao longo da ferrovia, contribuiu para imprimir modificações nos processos naturais do sistema físico.

6.3 A METRÓPOLE INDUSTRIAL

(Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí de 1931 até 1952)

6.3.1 Dos trilhos às avenidas

Como já exposto, a economia cafeeira, o sistema ferroviário e a industrialização imprimiram grandes transformações na cidade de São Paulo. Transformações econômicas, políticas, étnicas, urbanas e ambientais.

Também as áreas do entorno, tais como aquelas que correspondem hoje à região do ABC paulista, tiveram seu desenvolvimento impulsionado pela ferrovia e pela industrialização. A estrada de ferro Santos-Jundiaí – São Paulo Railway - passou a atrair a instalação de indústrias na região, transformando a paisagem tipicamente rural e induzindo a criação de núcleos urbanos.

Contudo, se a ferrovia transformou a região, o rodoviarismo a transfigurou.

Segundo EMPLASA (2001a), "Aos bondes juntaram-se os automóveis que, de apenas quatro unidades trafegando no começo do século XX, atingiram cerca de 13 mil veículos em 1925." (p.53)

Durante a administração Pires do Rio (1926-1930) algumas decisões tomadas foram determinantes da qualidade ambiental futura da cidade de São Paulo e de seu entorno, representando de alguma forma um caminho sem volta, quando é feita uma opção de urbanização rodoviarista. (QUEIROZ & SOMEKH, 2003)

> Do ponto de vista da política urbana, o advento e o rápido aumento do número de automóveis nos anos 20, o surgimento dos primeiros ônibus urbanos e a pressão por novas oportunidades de moradia acabam por entornar o caldo do urbanismo da Primeira República, inaugurando a era das grandes obras viárias, da ampliação da intervenção do governo na provisão dos serviços e da emergência da expansão periférica como estratégia de acomodação dos assentamentos populares. (ROLNIK, 2003, p. 29)

Em 1927, a Light apresentou seu "Plano Integrado de Transportes" que consistia em um sistema que integraria a rede sobre trilhos, o metrô subterrâneo e o bonde na superfície, e

os ônibus em papel complementar. Vale lembrar que, na época, a concessionária anglo-canadense possuía o monopólio nas áreas de energia, telefonia e transportes urbanos sobre trilhos (bondes). No entanto, naquele momento, a situação da empresa apresentava-se bastante desfavorecida: seu contrato com a cidade estava para vencer, as tarifas de bondes estavam congeladas, e havia na cidade um serviço não regulamentado de ônibus. Para complicar ainda mais sua situação, uma grande inundação atingiu a cidade de São Paulo, em 1929, a qual muitos atribuíram a culpa a esta empresa. Havia também uma postura nacionalista contra o aumento do monopólio da concessionária nas áreas de energia e transportes, em detrimento da racionalização do transporte coletivo na cidade. (ROLNIK, 2003)

Diante dessa conjuntura, optou-se pela não-renovação do contrato de monopólio sobre os transportes e pela adoção do "Plano das Avenidas" proposto por Prestes Maia, fortemente marcado por um enfoque viário-modernizador, com a proposição de um sistema viário amplo, capaz de abrigar o automóvel e o ônibus em detrimento do transportes sobre trilhos.

> Nesse momento, fica clara uma opção com rebatimentos na qualidade ambiental da cidade, com a ocupação dos fundos de vale para implantação de vias expressas, comprometendo a drenagem urbana e a negação do sistema de transportes sobre trilhos em favor de um transporte de superfície altamente poluidor. (QUEIROZ & SOMEKH, 2003, p.17)

O Plano de Avenidas, segundo Rolnik (2003) se opunha a qualquer obstáculo físico para o crescimento da cidade. Assim, atendia aos interesses do mercado imobiliário e da indústria automobilística.[69]

> A associação entre construção de avenidas e canalização dos rios e córregos completa o novo modelo de circulação: os rios se confinam em canais ou galerias subterrâneas, sobre seus antigos leitos se implantam avenidas de fundo de vale. A avenida do Estado (sobre o Tamanduateí), as marginais (ao lado do Tietê e Pinheiros) e a Aricanduva (junto ao córrego do mesmo nome) são exemplos dessa estratégia. É durante a gestão do prefeito Prestes Maia que esse conceito começa a

[69] Em 1919, a Ford já havia instalado escritório e linha de montagem, na Rua Florêncio de Abreu. Em 1925, a General Motors abre sua fábrica no Ipiranga e dois anos depois, inicia a construção de uma fábrica em São Caetano. As referidas fábricas apenas montavam os carros no Brasil e não produziam suas peças. MOLLULO JUNIOR (2008), disponível em http://pt.shvoong.com/h_history/ 1786021-evolu%C3%A7%C3%A 3º-da-industria-automobil...,consultado em setembro de 2008.

> ser implantado: são obras suas a construção da avenida 9 de Julho sobre o córrego canalizado do Saracura, a avenida Itororó (futura 23 de Maio) sobre o córrego do mesmo nome e a retificação do Tietê, encurtando-o em 20 quilômetros e destinando suas margens para a construção da marginal e para a ocupação urbana de sua várzea. (ROLNIK, 2003 p. 33-34)

De acordo com Porto (1992) e Bruno (1991c), o Plano das Avenidas incorporava, com modificações, a proposta de "Perímetro de Irradiação" do engenheiro Ulhoa Cintra. Tal plano, cujo objetivo era minimizar o problema de tráfego no centro da cidade, fundamentava-se na estrutura radial concêntrica, colocando a área central dentro desse perímetro, e fazendo-o atravessar pelo denominado "sistema de Y", que consistia no conjunto de três avenidas: a avenida Anhangabaú Inferior (hoje, Av. Prestes Maia), que representava o tronco do "Y", e as avenidas Nove de Julho e a Itororó (atual 23 de Maio). Observa-se que este sistema de "Y", nada mais é do que o traçado natural do ribeirão Anhangabaú e seus principais afluentes: os córregos Saracura e Itororó, ou Bexiga.[70]

Inaugura-se então, conforme pode ser observado no Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1930, a prática de canalizações e confinamento (tamponamento) de cursos d'água para darem lugar às avenidas de fundos de vale.

> A canalização do Córrego Saracura foi efetuada paralelamente à construção da Av. Nove de Julho. Parte da obra, entre o túnel sob a Avenida Paulista até a Praça 14 Bis, foi executada com a utilização de tubos com diâmetro de 0,45 m e a jusante, em direção ao centro da cidade, a canalização se constituiu de galerias de concreto armado em células simples, com seções variando de 1,20 X 1,30 m até 1,50 X 1,60 m no trecho final. (SAMPAIO; PIVETTI & BOTTER, 1992, p.117)

Segundo Ab'Saber (1957), a instalação de avenidas de fundo de vales surgem como opção para solucionar os problemas de circulação interna entre os bairros e os núcleos das duas vertentes do Espigão Central,

> Ao invés de aproveitarem-se dos espigões secundários, utilizou-se a calha dos afluentes do Tietê e do Pinheiros; e avenidas de fundo de vales passaram a auxiliar o tráfego, que anteriormente estivera ligados exclusivamente aos espigões.

---

[70] No Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana da bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, optou-se por adotar a toponímia "Ribeirão do Bexiga" pois esta é a que consta nas plantas antigas (1868, 1881, e outras) da cidade de São Paulo

> A avenida Nove de Julho constitui um primeiro tipo de solução, dentro desse critério: remonta ela o vale do Saracura Grande até as proximidades de suas cabeceiras, sendo, em seguida, complementada por dois extensos túneis, que perfuram a base do Espigão Central à altura do Parque Siqueira Campos, para alcançar a vertente do Pinheiros. A posição dessa avenida é excepcional, pois desemboca no vale do Anhangabaú, exatamente ao centro das duas colinas tabulares em que se assentam os dois núcleos da área central da cidade. Traçado e importância análogos terá a avenida Anhangabaú, pois deverá remontar o vale do Anhangabaú (ex-Itororó) até suas cabeceiras, ao Paraíso, perfurando ali o Espigão Central por meio de outros tantos túneis. (p.115)

Ainda sobre a implantação da Avenida Nove de Julho, Porto (1992) salienta que a construção dos dois túneis sob a Avenida Paulista apresentou problemas técnicos por atravessarem o aterro construído por Joaquim Eugênio de Lima, quando da abertura da Avenida Paulista, e destaca ainda: "Do lado da alameda Santos foi construída uma praça, denominada" "Alexandre de Gusmão", onde existira uma grota, a qual foi aterrada." (p.146)

Dentre as avenidas radiais, propostas no Plano das Avenidas, destacam-se ainda a Avenida do Estado, acompanhando o canal retificado do Rio Tamanduateí, desde sua foz até a região do ABC, a Avenida Rangel Pestana e a Radial Leste.

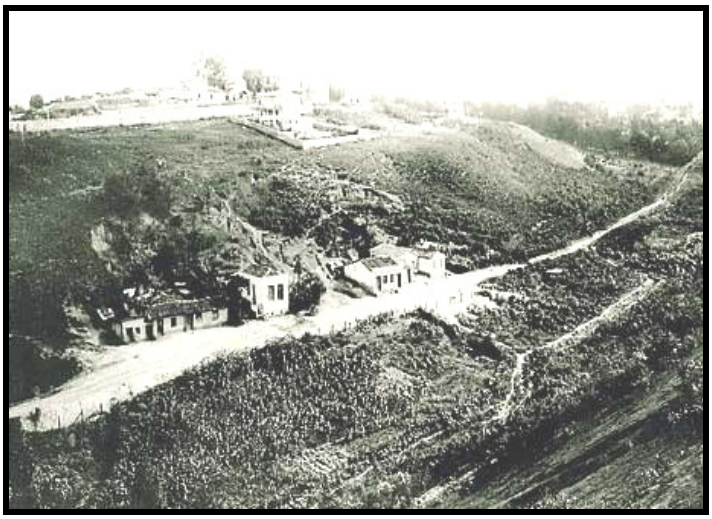


Foto 24 Vale do Ribeirão Saracura, em 1927
Autor: sem referência ao autor da foto
Fonte: www.almanack.paulistano.nom.br/av9julho6.html -

Foto 25 Vale do Ribeirão Itororó, na década de 30
Autor: Lévi-Strauss, C. (1937)
Fonte: Coleção Leví-Strauss, Instituto Moreira Salles

Foto 26 Construção dos túneis da Avenida Nove de Julho, em 1936
Autor: sem referência ao autor da foto
Fonte: http://saudadedesampa.nafoto.net/photo20070725061926.html

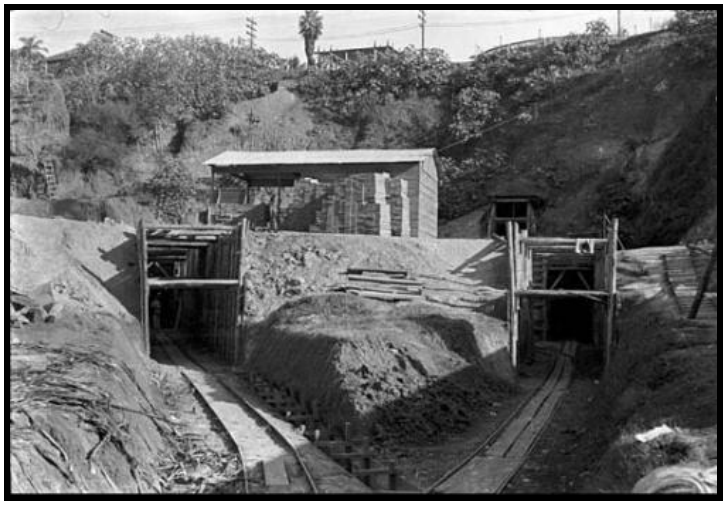


Foto 27 Construção dos túneis da Avenida Nove de Julho, em 1936
Autor: sem referência ao autor da foto
Fonte: http://saudadedesampa.nafoto.net/photo20070328145259.html

Além da implantação intensiva e extensiva de vias de circulação internas, a construção de rodovias, a partir das décadas de 40 e 50, foi fundamental para a expansão urbano-industrial, tanto da cidade de São Paulo, quanto dos municípios do entorno. Sobretudo, a Via Anchieta, inaugurada em 1947, teve um papel decisivo para esse processo de expansão. A ligação entre a cidade e o porto de Santos, constitui-se em importante fator de indução de um novo e intenso surto de industrialização na região do ABC paulista. Na década de 50, com a instalação do parque automotivo brasileiro, a região assistiu a um "inchaço" em suas cidades, como por exemplo Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. Assim, a região metropolitana foi se configurando em um grande pólo industrial.

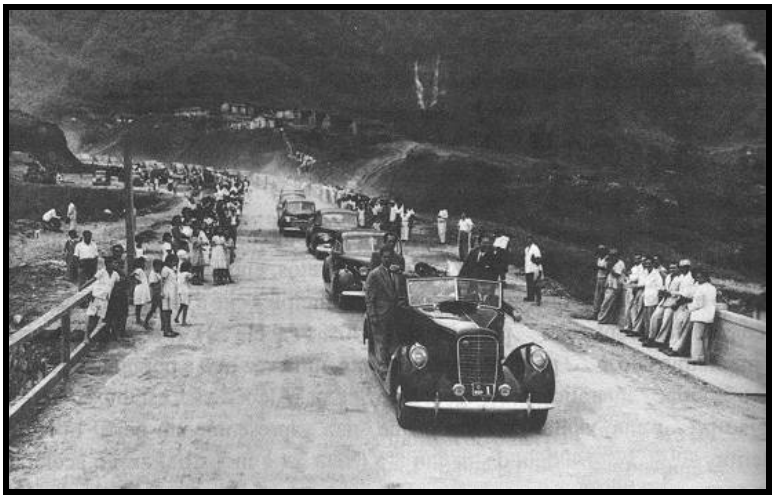


Foto 28 Inauguração da Via Anchieta, em 1947
Foto: Rafael Dias Herrera.
Fonte: Acervo Fundação Arquivo e Memória de Santos (FAMS)

6.3.2 A ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí de 1931 a 1952

Assim como a Primeira Guerra Mundial, também a Grande Depressão Econômica de 1929 e a Segunda Guerra Mundial, por acarretarem dificuldades em manter o ritmo de importações, acabaram servindo de estímulo ao desenvolvimento industrial brasileiro, principalmente do estado de São Paulo.

Segundo EMPLASA (2001a),

> Com a segunda Guerra Mundial (1939/1945) um novo e decisivo impulso foi dado na marcha de evolução da indústria paulista, caracterizada então pela extraordinária diversificação de gêneros; "somente na década de 40, foram criados 10.294 novos estabelecimentos"[71], respondendo o Estado com cerca de 28% do total brasileiro. São Paulo, assim, consolidou definitivamente sua liderança no país e na própria América do Sul. (p.54)

Acompanhando esse novo surto de industrialização, a população na cidade de São Paulo, além de apresentar grande crescimento, passa a se concentrar cada vez mais na área urbana, conforme se observa nas tabelas 21 e 22.

População
Município e Região Metropolitana de São Paulo
1920 a 1950

Anos	Município de São Paulo		Região Metropolitana de SP	
	População	Taxa de Crescimento (1)	População	Taxa de Crescimento (1)
1920	579.033		-	
		4,2		-
1940	1.326.261		1.568.045	
		5,2		5,3
1950	2.198.096		2.622.786	
		5,6		6,1

Tabela 21 População no município de São Paulo e RMSP (1920-1950)
Fonte: Adaptado de IBGE, Censos Demográficos (1) Taxa de Crescimento Geométrico Anual
(disponível *em* www/www9/sempla/sempla/historico/tabelas/header-tabelas.php)

População Urbana e Rural - Grau de Urbanização
Município de São Paulo
1940 a 2000

Anos	População Total	Urbana	Rural	Grau de Urbanização
1940	1.326.261	1.258.482	67.779	94,9
1950	2.198.096	2.052.142	145.954	93,4
1960(1)	3.781.446	-	-	-
1970	5.924.615	5.872.856	51.759	99,1
1980	8.493.226	8.337.241	155.985	98,2
1991	9.646.185	9.412.894	233.291	97,6
2000	10.434.252	9.813.187	621.065	94,0

Tabela 22 População Urbana e Rural e Grau de Urbanização do Município de São Paulo (1940-2000)
(1) Os dados do Censo de 1960 não permitem a identificação da população urbana e rural
Fonte: IBGE, Censos Demográficos
(disponível em www/www9/sempla/sempla/historico/tabelas/header-tabelas.php)

[71] Heitor Ferreira Lima – "O Parque Industrial de São Paulo" in BRUNO, E. S. (org) *São Paulo, Terra e Povo*, Ed. Globo, Porto Alegre, 1967, p.119.

O aumento populacional na cidade de São Paulo, após 1930, explica-se não apenas pelo crescimento vegetativo mas também pelo declínio da agricultura cafeeira e pelo desenvolvimento industrial. Esgotadas as opções de trabalho no campo, muitos imigrantes que vieram para o Brasil para trabalharem nas fazendas de café, passam a procurar em São Paulo, oportunidades de emprego nas indústrias.

Diante desse crescimento populacional a mancha urbana expande-se consideravelmente. Para se ter uma idéia do crescimento da cidade de São Paulo, seu espaço urbano em 1940 ocupava uma área de 130 Km² enquanto que, em 1954, passa a ocupar 420 Km². (SCARLATO, 1996)

Acerca desse crescimento vertiginoso, o engenheiro Prestes Maia em seu livro "Os Melhoramentos de São Paulo", alertava:

> Passando de média a grande cidade, e, atingindo já em 1945 a 1.650.000 habitantes, vendo as casas térreas cederem lugar às de dez e vinte andares, tudo estava arriscado a comprometer-se definitivamente: circulação, transportes, expansão, salubridade e estética. (in BRUNO,1991c, p.1320)

Conforme se observa na figura 26, a porção da Bacia Hidrográfica do rio Tamanduateí, situada no município de São Paulo, em 1949 já apresentava mais de 70% de sua área ocupada.

Os "vazios" do tecido urbano não correspondiam mais apenas às áreas cujas características naturais dificultavam a ocupação urbana. As várzeas do Rio Tamanduateí, a essa época, já se encontravam quase que completamente aterradas e ocupadas, desde a foz até o município de Santo André. A faixa vazia observada na figura 26, nos limites oeste dos bairros da Mooca e Vila Prudente, na verdade corresponde às instalações ferroviárias. As descontinuidades da mancha urbana agora eram fruto também da lógica da especulação imobiliária: loteavam-se terrenos afastados, sem nenhuma infra-estrutura como transporte público, abastecimento de água ou energia elétrica, cujos lotes eram vendidos à preços populares e com facilidades de pagamento. Ao serem ocupados, os moradores, mobilizados,

exigiam do poder público a instalação de infra-estrutura urbana. Ao conquistarem suas reivindicações, muitas vezes à custa de seus votos, acabavam por valorizar as áreas vazias contíguas, mantidas desocupadas como “reserva de mercado”, uma vez que para atender os bairros ocupados, os serviços de transporte público, água e eletricidade tinham, necessariamente, que passar também por essas áreas vazias.

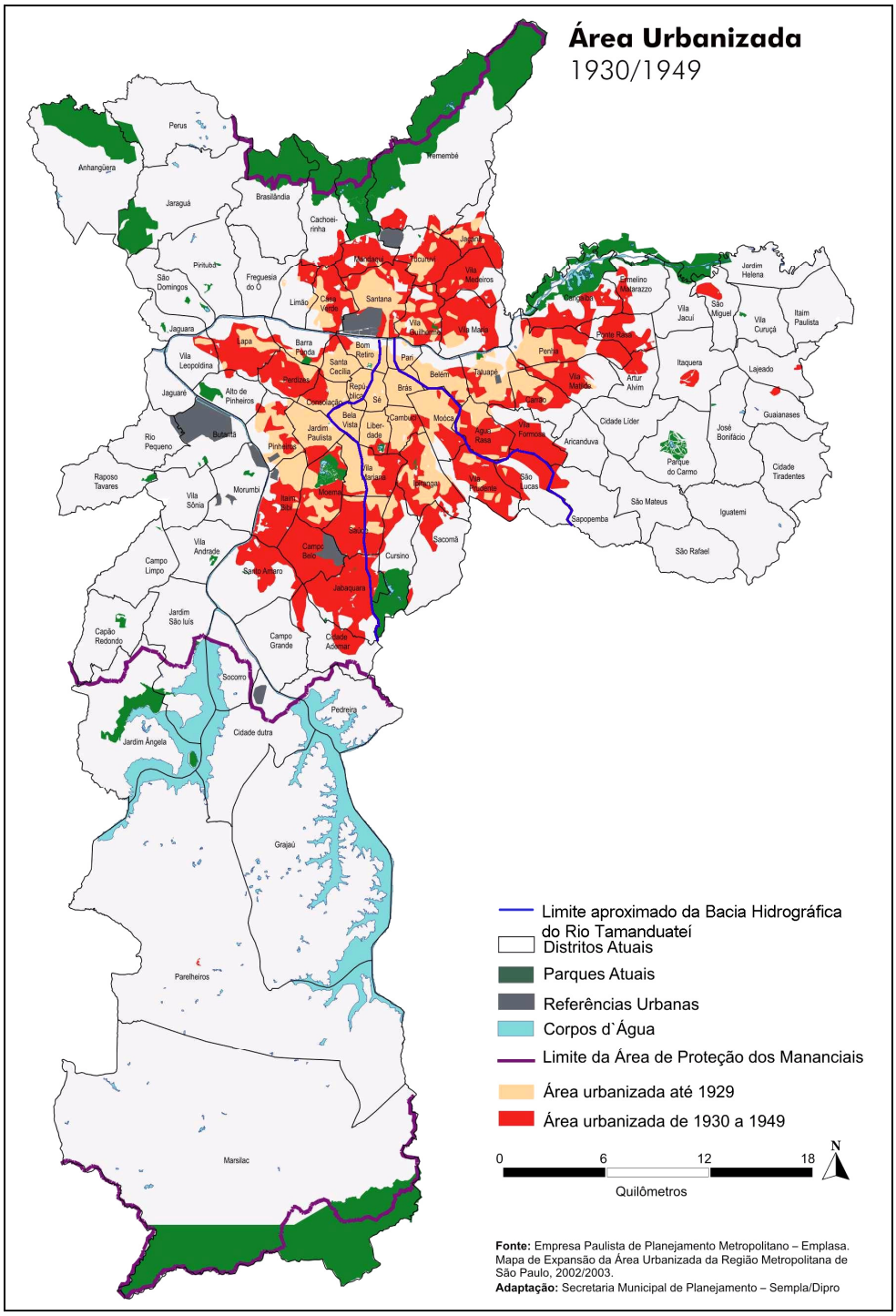


Figura 26 Área urbanizada da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no município de São Paulo 1930-1949
Fonte: http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/historico/img/mapas/urb-1940.jpg

> Os ônibus e caminhões facilitavam a formação de bairros em áreas cada vez mais afastadas da região privilegiada, das estações de trem e linhas de bonde, pois possuíam uma flexibilidade que o transporte sobre trilhos não tinha. No limite, podiam circular em ruas de terra recém-abertas na mata. A cidade viu surgir, assim, incontáveis bairros "sem plano de conjunto, frutos da especulação imobiliária de terrenos em 'lotes e à prestações' – o maior veio de ouro que se descobriu nesta São Paulo de Piratininga" do século XX, como escreveu o historiador Caio Prado Jr.
> A desmensurada expansão horizontal de São Paulo dificultava a instalação de infra-estrutura urbana, como serviços de água e esgoto. Mas favorecia a especulação com terrenos localizados entre a área urbanizada e os bairros nascentes na periferia. Quando os moradores desses últimos conseguiam mobilizar o poder público para encaminhar melhorias às suas localidades, inevitavelmente acabavam por levar o benefício, antes, aos terrenos no entremeio. (JORGE, 2010, s.p)

Para aqueles que não tinham condições de adquirir terrenos, ou não queriam se afastar das áreas centrais da cidade, restavam como opções, habitações bastante precárias.

A crescente demanda habitacional levou ao surgimento de inúmeros cortiços nas áreas mais próximas ao centro da cidade. À medida que a elite foi se deslocando para os novos bairros, tais como Higienópolis, Jardim América, Jardim Europa e Pacaembu; nos bairros próximos ao centro, tais como Bela Vista, Bom Retiro, Consolação, Santa Cecília, Santa Efigênia, Mooca, Pari e Brás; começaram a proliferar os cortiços.

Bruno (1991c), aponta que "os sobrados velhos, com porões habitáveis, facilitaram em certas zonas da cidade – como aquelas mais densamente povoadas por sírios e por japoneses, nas imediações do centro – a formação desses cortiços." (p. 1326-1327)

No entanto, o incessante processo de verticalização, bem como as desapropriações executadas para remodelar as áreas centrais da cidade, culminaram com a demolição desses antigos prédios e o despejo de seus moradores.

Como resultado desse processo, começam a surgir favelas no cenário urbano. De acordo com EMPLASA (2001a),

> A favela de Vila Prudente tem sua história. Ela é a mais antiga de São Paulo. Existe desde 1940, mas não neste local atual. Originalmente assentada na região do Cambuci, onde hoje estão os prédios do Exército, deslocou-se para essa área de propriedade do Estado em 1941. Havia duas favelas: essa e a do Vergueiro, posteriormente extinta.(p. 119)

Jorge (2006) observa que as primeiras favelas que surgiram no município de São Paulo localizavam-se principalmente nas áreas de várzeas do rio Tamanduateí ou do Rio Tietê.

Segundo o autor,

> Na favela da baixada do Penteado, na Avenida do Estado, que margeava o Tamanduateí, um levantamento apresentado por um deputado em 1946 indicava que cerca da metade dos moradores era proveniente da capital e 37% declararam explicitamente que haviam se mudado devido a ações de despejo ou demolição dos prédios onde moravam. Dos 172 moradores, apenas nove (5%) estavam desempregados... (JORGE, 2006, p.201)

Nas áreas da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí que correspondem aos atuais municípios do ABC, a mancha urbana também foi se espraiando. No entanto, segundo Alvarez (2008), embora grande parte dos loteamentos no vale do rio Tamanduateí, em Santo André, tenha sido aberta até a década de 30, ainda no final da década de 40 os índices de densidade de ocupação eram relativamente baixos, pois restavam vários lotes vazios, áreas verdes, e fundos de vale preservados.

Segundo a autora,

> A partir da Segunda Guerra, novos parcelamentos foram realizados, a maior parte distante da área central, cobrindo praticamente todo o município ao norte e espalhando-se ao sul em direção aos mananciais. Aos poucos, os lotes rurais que circundavam o pequeno núcleo urbano, transformaram-se em urbanos, com a utilização de ônibus, o que facilitou a ocupação das áreas mais distantes da via férrea. O crescimento populacional foi marcante entre os anos 40 e 70, bem como a abertura de loteamentos e expansão horizontal da cidade, com escassez no oferecimento de serviços públicos, como saneamento, energia e transporte. (ALVAREZ, 2008, p.65)

Prosseguindo sua análise acerca da urbanização da região do ABC paulista, Alvarez (2008) destaca que,

> O aumento dos impostos territoriais na capital, o crescimento da população e a expansão do parque industrial, tornavam oneroso tanto a moradia operária, como a necessidade de grandes glebas para a produção industrial, o que impulsionou a instalação de indústrias e a formação de loteamentos urbanos em áreas ao entorno da capital. Para Santo André, a proximidade da capital e do porto, a ferrovia, as estações e a disponibilidade de terrenos planos e de água, foram elementos essenciais deste processo. (p.71)

Para se ter uma idéia da evolução do crescimento populacional na região hoje denominada ABC paulista, em 1932 sua população perfazia um total de 55.000 habitantes enquanto que, em 1945 totalizava 90.726 habitantes.(CONCEIÇÃO, 2008, p. 79)

Foto 29 Rua Marechal Deodoro esquina com a Rua Rio Branco, no Município de São Bernardo do Campo, em 1952
Autor: sem referência ao autor da foto
Fonte: Prefeitura de São Bernardo do Campo *in* Rodrigues, M. M.(2009).

6.3.3 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1952, e as modificações hidromorfodinâmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí entre 1931 e 1952

Por meio da análise dos Mapas da Evolução da Mancha Urbana de 1930 e 1952 (CESAD-FAU/USP), estima-se que a urbanização, nesse período, apresentou um ritmo bem menos acelerado do que aquele verificado no período anterior. A mancha urbana, que em 1930 ocupava 199,7 Km², amplia-se para 503,2 Km². Embora esse período compreenda apenas 22 anos, enquanto que o primeiro correspondia a um intervalo de 49 anos, o crescimento da área urbana, da ordem de 150%, verificado entre 1930 e 1952, é bastante modesto quando comparado àquele verificado no período anterior (aproximadamente 4.800%).

No caso específico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, a mancha urbana expandiu-se de 67,20 Km² para 166,27 Km². O gráfico abaixo demonstra que, assim como foi verificado no período anterior, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, concentra exatamente 1/3 do total da área urbanizada.

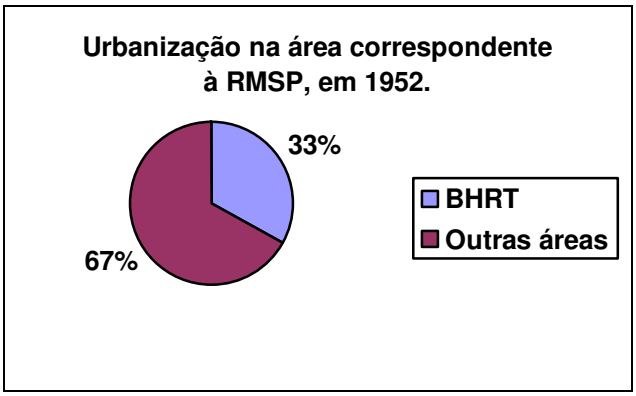


Gráfico 19 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1952.
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

As mensurações obtidas a partir dos Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1930 **(Mapa 3)** e 1952 **(Mapa 4)**, apontam que, no período compreendido entre esses anos, a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentou o seguinte quadro de urbanização:

PERÍODO 1931 - 1952			
UNIDADES	**ÁREA URBANIZADA** Km²	**ACRÉSCIMO EM RELAÇÃO AO PERÍODO ANTERIOR** Km²	**% DO TOTAL DE CADA UNIDADE**
Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí	166, 27	99,07	50,2
Colinas sedimentares com topos plano-convexos e patamares aplanados	98,22	56,98	68,5
Morros cristalinos baixos e médios com topos convexos	26,05	24,12	20,1
Planícies Fluviais – Terraços Fluviais	11,66	2,8	93,7
Planícies Fluviais – Planície de inundação	30,34	15,18	68,7

Tabela 23 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1931-1952)
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

O gráfico 20 permite avaliar espacialmente o total, em números absolutos, da urbanização em cada compartimento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí; enquanto que o gráfico 21, demonstra o percentual de cada compartimento ocupado pela urbanização, em 1952.

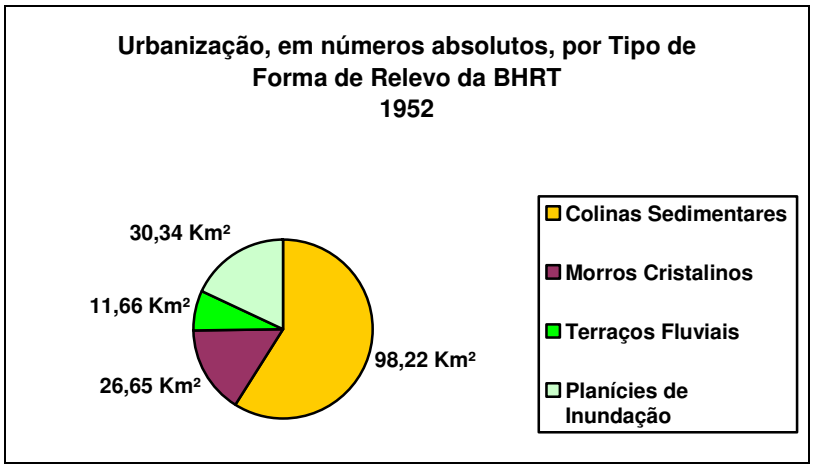


Gráfico 20 Urbanização, em n úmeros absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1952.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

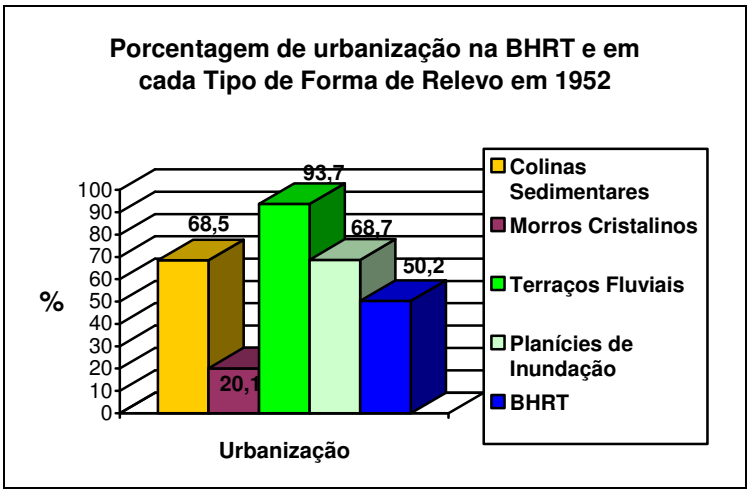


Gráfico 21 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1952.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C

Como se observa nos gráficos acima, ainda que a urbanização continuasse priorizando as colinas sedimentares, à medida que os terraços fluviais estavam quase que completamente urbanizados, a ocupação passa a processar-se de forma mais expressiva também nas planícies de inundação, uma vez que essas já haviam sido aterradas e "saneadas".

Também se observa que, nesse momento, a ocupação dos terrenos cristalinos aumentou. Essa situação pode ser explicada pelo desenvolvimento industrial dos municípios do ABC paulista.

No que se refere especificamente aos subsistemas fluviais, verificaram-se, através de mensurações no Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1952 **(Mapa 4)**, as seguintes mudanças:

- Entre 1930 e 1952, o rio Tamanduateí não sofreu intervenções referentes à retificação ou tamponamento;

- Em 1952, o trecho do Rio Tietê que atravessa a mancha urbanizada, já se encontrava parcialmente retificado;

- Também não se verificam, nesse período, novas retificações nos demais cursos d'água da bacia hidrográfica; e,

- No entanto, a extensão de cursos fluviais tamponados aumentou significativamente. Enquanto em 1930 totalizavam 12,9 Km, em 1952 eles passam a somar 29,8 Km.

Além das intervenções como o confinamento (tamponamento) de cursos d'água, a expansão da mancha urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí implicou também na execução de incontáveis cortes e aterros para a abertura de arruamentos e conformação de lotes. De maiores proporções ainda, são as mobilizações de material e mudanças morfológicas resultantes da implantação da Via Anchieta, por exemplo.

Também em relação às mudanças antropogênicas nos materiais superficiais, podem-se citar os inúmeros aterros efetuados, ainda que de forma descontínua, sobretudo nas porções de várzeas do Rio Tamanduateí, nos municípios atuais de Santo André e São Caetano, para a implantação de grandes instalações industriais.

Quanto aos processos morfodinâmicos, ressalta-se que a expansão da mancha urbana neste período, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, efetuou-se predominantemente através da abertura de loteamentos populares, sem nenhuma infra-estrutura urbana tal como eletricidade, abastecimento de água, transportes e pavimentação de ruas. Assim, diante da grande disponibilidade de áreas com solo exposto, sujeitas à erosão por

escoamento superficial, estima-se que houve um grande incremento no processo de assoreamento dos canais fluviais.

Ao mesmo tempo em que esses canais tinham suas calhas de escoamento diminuídas devido ao assoreamento, aumentava ainda mais a entrada de efluentes na bacia hidrográfica, em função do aumento populacional, através do despejo de esgotos domésticos ou águas servidas – provenientes de outras bacias hidrográficas, no caso das áreas dotadas de abastecimento público. Assim, o extravasamento dos canais, nos eventos chuvosos, se tornou cada vez mais freqüente.

Salienta-se ainda que, nas áreas centrais, onde a urbanização já se encontrava consolidada e mais adensada, e inclusive verticalizada, esse acréscimo de efluentes líquidos era ainda maior. Além disso, também o aumento da quantidade de ruas na cidade, surtia na bacia hidrográfica, os efeitos de um grande aumento da densidade de drenagem. Essas mudanças nos processos hidrodinâmicos, como respostas às modificações antrópicas no sistema físico, não tardaram a se manifestar, exigindo intervenções cada vez mais radicais e de eficiência muito efêmera.

Entre as décadas de 1930 e 1940, o largo do Riachuelo e a baixada do Piques, durante as chuvas mais fortes, ficavam completamente inundados pelas águas que desciam rapidamente das ladeiras ao redor. (PORTO, 1992; JORGE, 2006) Na verdade, tal área corresponde exatamente à confluência dos cursos dos ribeirões Itororó (ou Bexiga), Saracura e Anhangabaú - que haviam sido canalizados sob as avenidas hoje conhecidas como Nove de Julho, Vinte e Três de Maio e Prestes Maia - e onde, originalmente, havia uma pequena planície fluvial. Ou seja, as águas continuavam seguindo exatamente seu percurso original. No entanto, agora elas corriam integralmente (sem infiltração) e velozmente, sobre as superfícies impermeabilizadas das avenidas e ruas e através das galerias subterrâneas, convergindo para o nível de base local. No entanto, ao invés de espraiarem-se em uma

planície, acumulavam-se numa superfície urbanizada, interrompendo o transito de veículos e pedestres e danificando os estabelecimentos locais.

> Na verdade o largo do Riachuelo e a baixada do Piques eram o prenúncio de um tipo de enchente que somente aumentaria na cidade de São Paulo, aquela causada por uma drenagem urbana deficiente e pela impermeabilização do solo. Como explicava o engenheiro da Repartição de Águas e Esgotos, Haroldo Paranhos, encarregado de encontrar uma solução "urgente e definitiva" ao problema nos anos 1930, no "largo do Riachuelo, reúnem-se três galerias pluviais, que conduzem as águas das bacias do Anhangabaú, Moringuinho e Jaceguay. Estas bacias compreendem toda a área limitada pelos divisores que correm pela Avenida Paulista, Consolação e ruas Vergueiro e Liberdade, com superfície de 415,50 hectares." Do "largo Riachuelo, ponto de convergência das três galerias, já nomeadas, partem duas coletoras que se desenvolvem pelo Parque e rua Anhangabaú, desaguando no canal do Tamanduateí, nas proximidades do novo Mercado Municipal'. Como "não se esperava no momento em que foram construídas o aumento das áreas pavimentadas, como depois se verificou ao longo dos três vales", havia "um excesso de vazão nas galerias existentes a jusante do largo Riachuelo" com o refluxo das águas.
> Para solucionar o problema, segundo o engenheiro, seria preciso retirar das galerias da rua Anhangabaú as contribuições do Moringuinho e Jaceguay, que seriam desviadas e enviadas diretamente para o Tamanduateí. O que traria a solução definitiva às enchentes do Piques, "que não só afrontam a grandeza da cidade que é um justo motivo de nosso orgulho, como é fonte perene de críticas acerbas que ferem profundamente a capacidade técnica dos departamentos públicos que tem por dever evitar e corrigir os desmandos da natureza". Curiosamente, apesar de sua própria explanação provar o contrário, Haroldo Paranhos concluía o seu relatório colocando a culpa das enchentes na natureza. (Jorge, 2006, p. 178-179)

A gestão do prefeito Prestes Maia, além se destacar pela implantação de grandes avenidas, acrescentou no rol de suas obras, a "galeria do Moringuinho"

> [...] para interceptar as águas que convergiam sobre o largo do Piques, vindas da Avenida 9 de Julho e vale do Itororó, foi construída uma galeria, derivando as águas para outro vale paralelo, o do Tamanduateí; foi perfurado um túnel de 2,00 por 2,40 metros de secção, com 30 metros sob o espigão da Liberdade. Junto ao córrego do Moringuinho existira um beco, que deu origem à rua Jaceguay. (PORTO, 1992, p. 148)

Não obstante, enquanto a municipalidade buscava soluções técnicas para os problemas de inundação no centro da cidade, restava à população mais pobre, moradores das várzeas, conformarem-se com as inundações periódicas.

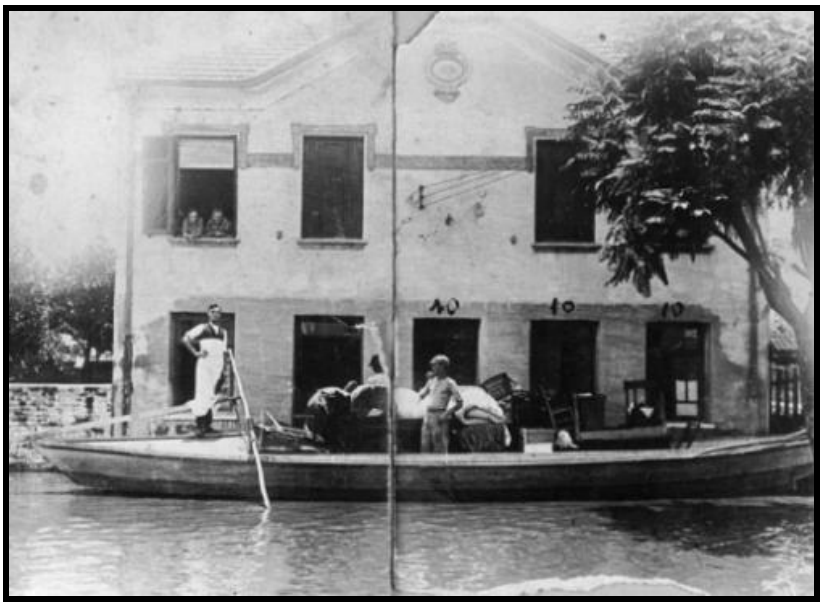


Foto 30 Enchente no bairro do Cambuci, em 1935
Autor: sem referência ao autor da foto
Fonte: http://www.sampa.art.br/historia/spantiga08.jpg, sem referência ao autor da foto.

Foto 31 Inundação em 1940, na Rua da Cantareira
Foto: Benedito Junqueira Duarte
Fonte: http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2007/jusp807/pg15.htm

6.4 A MEGALÓPOLE

(Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí de 1953 até 1983)

Diante do ritmo e, sobretudo, da extensão da expansão urbana na cidade de São Paulo e seus arredores a partir da década de 50, faz-se também necessário imprimir um ritmo mais acelerado à presente narrativa acerca do processo de ocupação urbana da Bacia do Rio Tamanduateí, e das mudanças antropogênicas decorrentes. A extensão e intensificação das mudanças obrigam também a mudar a escala de abordagem, pois já não é mais possível identificar pontualmente cada intervenção antrópica e as derivações do sistema físico decorrentes. Assim, apenas aspectos mais relevantes serão analisados individualmente.

Segundo Freitag (2006) o conceito de "megalópole"

> […] refere-se a uma cidade gigante (mega-cidade) com uma população em torno de 10 milhões de habitantes e acima, cujo crescimento vertiginoso aconteceu nas 3 a 4 últimas décadas do século 20, período em que a população urbana se multiplicou de 5 a 8 vezes. Essa explosão demográfica em relativamente pouco tempo deve-se menos ao crescimento vegetativo que às grandes levas migratórias, via de regra, do campo para as cidades com várias estações intermediárias. A afluência dessa população migrante em direção a cidades "despreparadas" em recebê-las manifesta-se sob a forma de "déficits" (de emprego, moradia, escola, atendimento de saúde, serviços urbanos básicos como suprimento de água, esgoto, transporte). As diferenças sociais e culturais dos habitantes das megalópoles refletem-se no tecido urbano, onde se mesclam construções de luxo, da arquitetura pós-moderna, reunidas em condomínios fechados, com favelas, cortiços, barriadas, invasões.(p. 2)

Ao analisar o crescimento urbano da cidade de São Paulo e municípios vizinhos, no período que se estende da década de 50 à década de 80 e, acima de tudo, o modo como esse crescimento se processou e suas conseqüências, não resta dúvidas que o período retratado corresponde ao processo de "megalopolização" da RMSP.

A partir da década de 50, em função do grande desenvolvimento industrial agora direcionado pelos eixos rodoviários, a cidade de São Paulo e os municípios vizinhos, principalmente a região do ABCD paulista, assistiram a um grande crescimento populacional.

Através do gráfico abaixo pode-se observar, entre 1950 e 1980, o grande crescimento da população do município de São Paulo.

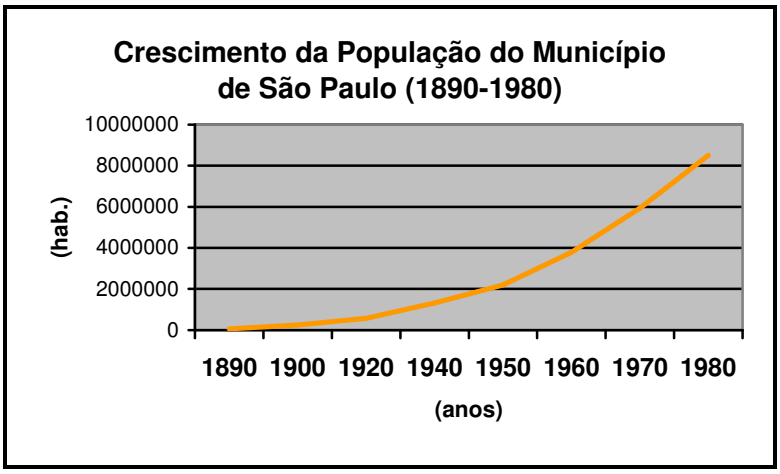


Gráfico 22 Evolução do crescimento da população no município de São Paulo (1890-1980)
Fonte: Histórico Demográfico do Município de São Paulo
www/www9/sempla/sempla/historico/tabelas/header-tabelas.php on line 9
Org. MOROZ - CACCIA GOUVEIA, I. C.

Esse crescimento populacional no município de São Paulo acarretou também num aumento na densidade de ocupação da área, conforme se pode observar na Tabela 24.

Densidade Demográfica Município de São Paulo (1950 a 1980)			
Anos	**População Total**	**Área em km^2**	**Densidade (hab/km^2)**
1950	2.198.096	1.624	1.354
1960	3.666.701	1.587	2.310
1970	5.924.615	1.509	3.926
1980	8.493.226	1.509	5.628

Tabela 24 Densidade demográfica do município de São Paulo
OBS: Somente a partir de 1964 o IGC passou a calcular a área do MSP
Fonte: IBGE, Censos Demográficos e EMPLASA *in* www/www9/sempla/sempla/historico/tabelas/header-tabelas.php on line 9
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

No entanto, ao comparar as taxas de crescimento do município de São Paulo com as taxas de crescimento da RMSP e, principalmente, dos municípios da região do ABCD que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, pode-se notar que o crescimento populacional, foi ainda mais significativo, nesses últimos. (Gráficos 23 e 24).

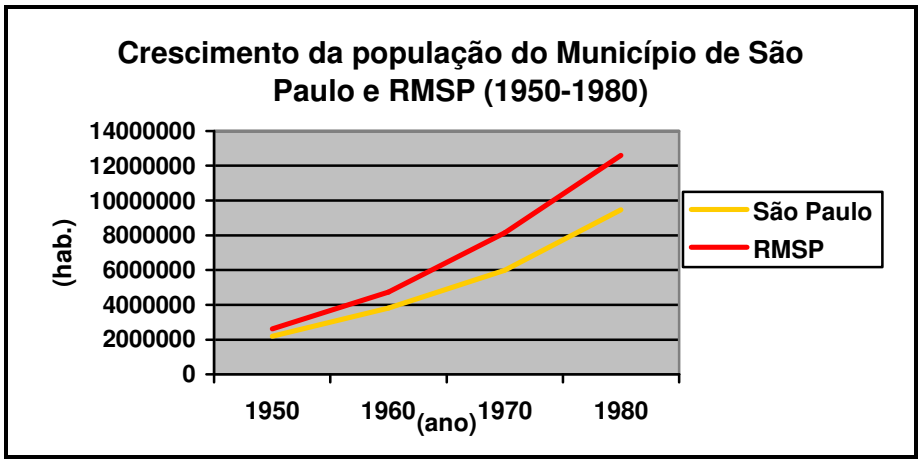


Gráfico 23 Evolução do crescimento da população no município de São Paulo e RMSP (1950-1980)
Fonte: IBGE, EMPLASA e MEYER *et al* (2004)
Org. Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

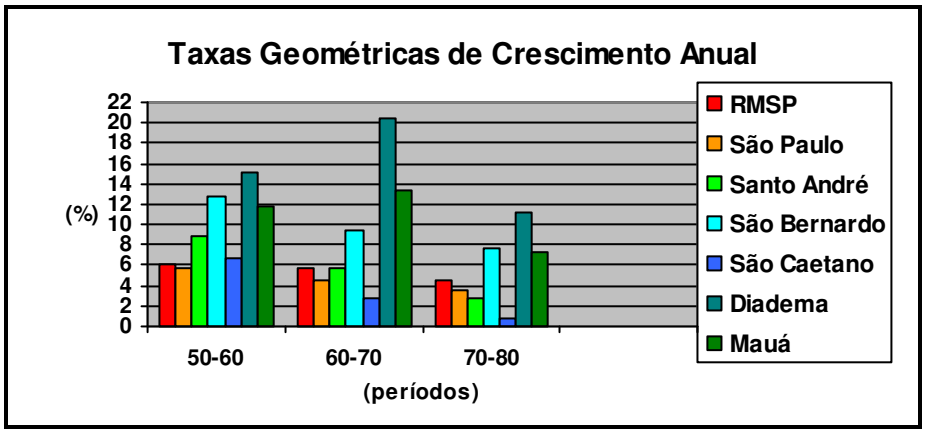


Gráfico 24 Taxas de Crescimento da RMSP e municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, de 1950 a 1980, por período.
Fonte: IBGE, EMPLASA e MEYER *et al* (2004)
Org. Moroz – Caccia Gouveia, I. C.

Na análise do gráfico 24, pode-se ainda observar algumas peculiaridades no crescimento populacional no período de 1950 a 1980.

Na primeira década (50-60), os municípios da região do ABCD que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, apresentam crescimento superior ao município de São Paulo e inclusive, superior à Região Metropolitana de São Paulo. Observa-se também que, em função da presença da Via Anchieta – novo vetor de desenvolvimento industrial - os municípios de São Bernardo do Campo e Diadema passam a apresentar um crescimento populacional maior do que Santo André e São Caetano do Sul que, anteriormente concentravam as atividades industriais em função da ferrovia. No município de Mauá, no

entanto, o crescimento populacional relaciona-se à instalação do Pólo Petroquímico Capuava. Na década seguinte (70-80), esses municípios continuam apresentando as maiores taxas de crescimento. No entanto, enquanto Diadema e Mauá apresentam taxas ainda maiores, São Bernardo do Campo, tem seu ritmo de crescimento populacional diminuído, já como um reflexo do processo de desconcentração industrial e, talvez, pelas restrições impostas pela Lei de Proteção aos Mananciais, que passa a vigorar em 1975.

Municípios	1932	1945	1960	1970	1980
Santo André			245.147	418.826	553.072
São Bernardo do Campo			**82.411**	**201.662**	**425.602**
São Caetano do Sul			114.421	150.130	163.082
Mauá			28.924	101.700	205.740
Diadema			12.308	78.914	228.660
Ribeirão Pires			17.250	29.048	56.532
Rio Grande da Serra			3.955	8.397	20.093
ABCD	55.000	90.726	504.416	988.677	1.652.781

Tabela 25 População residente na região do ABCD, segundo os municípios: 1932 – 1980
Fontes: IBGE, Emplasa (1960-1996); Target Pesquisa e Serviços de Marketing (1999). As informações relativas aos anos 1932 – 1945 foram extraídas do Diário do Grande ABC de 12/2/2003, na coluna "Memória", de Ademir Médici e Alves (2000) apud CONCEIÇÃO; 2008, p 79.
Org. Moroz – Caccia Gouveia, I. C.

Esse crescimento populacional na cidade de São Paulo, e principalmente na região do ABCD, associa-se diretamente ao desenvolvimento industrial, uma vez que sua dinâmica de crescimento tem como principal componente o saldo migratório.

Conforme descrito anteriormente, essa tendência, de maior participação do componente migratório sobre o componente vegetativo no crescimento populacional, vinha sendo verificada desde fins do século XIX, com a entrada de imigrantes estrangeiros. No entanto o que se verifica é que os fluxos migratórios, a partir da década de 50, passaram a ser internos.

Segundo Rolnik (2003),

> A imensa pujança econômica da cidade atrai migrantes de todos os pontos do país. Embora a entrada e a presença de europeus e asiáticos tenham continuado, as décadas de 1950 e 1970 vão ser marcadas pela diminuição da imigração estrangeira e por um incremento na migração interna, principalmente de Minas Gerais e da

> região nordeste do Brasil e do próprio interior do estado de São Paulo, após a grande crise da cafeicultura paulista de 1929.(p.43-44)

O êxodo rural do interior do estado de São Paulo, não está relacionado apenas à crise da cafeicultura mas também à modernização da agricultura, cuja demanda de mão-de-obra reduziu-se drasticamente. De acordo com Perillo e Aranha (1992), a população residente na área rural do estado de São Paulo passou de 37,2% em 1960 para 11,4%, em 1980.

> Por volta de 1950, já com os fluxos de imigração estrangeira bastante reduzidos e, ao mesmo tempo, em fase de grande impulso industrial, a cidade passou a atrair contingentes populacionais de outros Estados do Brasil, transformando-se então no maior pólo de migração interna. Foram mais de 3 milhões de pessoas – trabalhadores e suas famílias – que aqui chegaram entre 1950 e 1980 e este processo, aliado ao crescimento vegetativo da população, manteve as altas taxas de crescimento da cidade no período (entre 4% e 5% ao ano).
> (http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/histórico/introdução.php)

Através do gráfico 25, observa-se que as cidades que compõem atualmente a RMSP, absorveram esses fluxos migratórios com maior intensidade que a cidade de São Paulo.

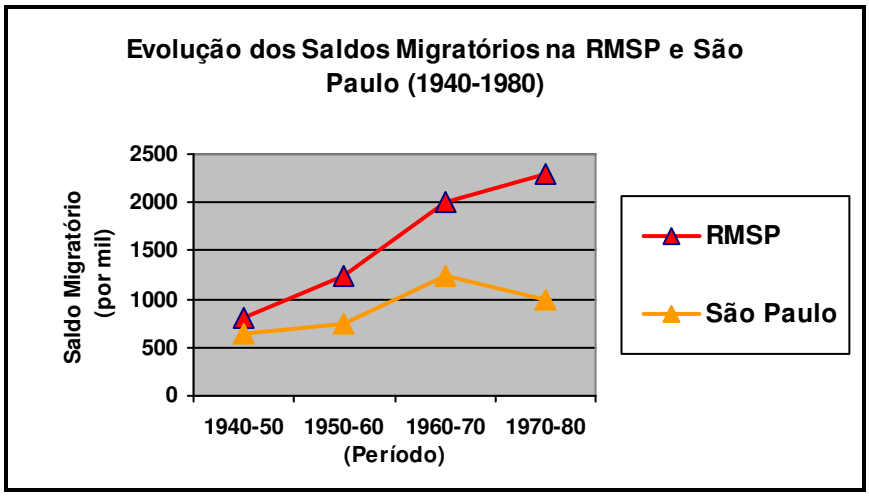


Gráfico 25 Evolução dos Saldos Migratórios Região Metropolitana de São Paulo e Município de São Paulo – 1940-1980
Adaptado de Fundação Seade *in* PERILLO (1996)
Org. Moroz – Caccia Gouveia, I. C.

Mas é preciso lembrar que o grande surto industrial não ocasionou apenas o crescimento populacional da cidade de São Paulo e dos municípios que concentravam as atividades industriais. A expansão urbana verificou-se também em municípios que não concentravam atividades industriais. Essas áreas, menos valorizadas, passam a constituir-se

em cidades-dormitório, acolhendo a população de baixa renda que não tinham condições de instalar-se próxima aos pólos industriais.

De acordo com Somekh & Campos (2002), a criação da Companhia Municipal de Transportes Coletivos – CMTC, em 1940, é um elemento fundamental para a expansão da cidade em direção à periferia, uma vez que propicia maior mobilidade do que o sistema anterior de transportes públicos – o bonde elétrico. Assim, áreas cada vez mais distantes começam a ser ocupadas.

De acordo com Cunha e Baeninger (1994),

> A Região Metropolitana de São Paulo apresentou um espraiamento de mais de 1.000 km² no período de 1950-82, incorporando, em termos urbanos, um grande número de municípios nas várias direções, por outro, a atividade industrial e a conseqüente diversificação da atividade produtiva ficaram limitadas a um número menor de áreas. Ao mesmo tempo em que o ABC paulista e, mais tarde, outros municípios (Guarulhos e Osasco) desenvolviam-se de forma acelerada – privilegiados durante o processo de modernização do parque industrial paulista devido à sua localização estratégica, aos recursos hídricos e às vias de acesso (Langenbuch, 1971) -, grandes áreas "periféricas" iam se formando, em outras direções, para acolher a população de baixa renda que, cada vez mais, afastava-se dos centros valorizados. (p. 111)

Assim, a partir da década de 50, inicia-se o processo de conurbação, quando a mancha urbana ultrapassa os limites da cidade de São Paulo e se integra aos municípios vizinhos. Em termos de sítio urbano, isso significa que a urbanização, até então quase restrita às colinas sedimentares terciárias, passa a avançar progressiva e vorazmente sobre os terrenos cristalinos da borda da Bacia Sedimentar de São Paulo.

Segundo Lima (1990),

> O período de 70-77 foi aquele em que o processo de expansão urbana mais se acelerou, quando o crescimento anual da metrópole atingiu um crescimento de 6% ao ano (SEMPLA, 1985), significando um incremento de 700.000 habitantes e uma expansão urbana de 165 Km², com uma média de 55 Km² a cada ano. (p. 47)

No entanto, a dinâmica de ocupação urbana continua seguindo a mesma lógica da especulação imobiliária, e os contrastes internos, frutos da segregação espacial, acentuam-se cada vez mais.

6.4.1 O pobre centro velho e novo centro rico da Metrópole

No período compreendido entre as décadas de 50 e 80 do século XX, o triangulo histórico formado no ângulo interno da confluência do Ribeirão Anhangabaú e Rio Tamanduateí, que por mais de quatro séculos constituiu-se área central da cidade de São Paulo, assiste agora o seu declínio. Na medida em que o processo de verticalização se acentuou, a densidade de ocupação da área alcançou seu limite, inviabilizando a manutenção de seu *status* de centralidade, principalmente em função de problemas de circulação. Como já apontado anteriormente, o planejamento da cidade de São Paulo, a partir da década de 30, baseou-se no transporte rodoviário, que por sua vez, em função do franco desenvolvimento da industria automobilística no Brasil, incentivou o transporte individual em detrimento dos transportes coletivos.

Scarlato (1996) descreve claramente essa situação de saturação, quando o próprio desenvolvimento urbano acaba por causar a deterioração das áreas centrais metropolitanas:

> Assim, a função residencial e muitas das atividades de serviços, em razão do processo de inovações técnicas, tornaram-se incompatíveis com o congestionamento dos antigos centros e com a infra-estrutura inadequada dos edifícios. Nestes, faltam condições para circulação e estacionamento de automóveis, por tratar-se de prédios construídos em épocas em que o uso dos transportes individuais era privilégio de poucos. Todas as dificuldades levaram à criação de novos centros, mais modernos, dotados de vias públicas mais amplas e adaptadas ao automóvel. Exigiram também a construção de edifícios mais amplos e sistemas de elevadores mais numerosos e mais rápidos para atender à demanda da clientela. (p.437)

Essa situação acarretou o deslocamento das principais atividades de serviços, principalmente ligadas ao sistema financeiro, como grandes instituições bancárias, para outras áreas com maior fluidez viária.

Prosseguindo sua análise, o autor ressalta:

> A estrutura radial concêntrica do plano de São Paulo, integrada a todo esse complexo sistema de transporte rodoviário/ferroviário, centro polarizador de uma vasta rede urbana, gerou uma verdadeira "implosão" dos seus espaços interiores. A isto deve-se associar o crescente envelhecimento do antigo centro, também designado CBD (Central Business District), e a perda do caráter nobre dos Jardins. O antigo plano viário da cidade, que evoluiu espontaneamente, tornou-se incapaz de abrigar o novo capitalismo das multinacionais.
> Assim, fez-se necessário deslocar para o espigão da avenida Paulista o novo centro de negócios. [...] deve-se ressaltar a posição favorável da avenida como via perimetral, permitindo a ligação de dois grandes extremos da cidade em expansão.

> Seguindo-se o espigão em direção a SE, pode-se chegar aos municípios industriais, onde estão localizados São Caetano do Sul, Santo André, São Bernardo e Diadema, fazendo-se a ligação com a Via Anchieta e a rodovia dos Imigrantes. Na direção oeste, no outro extremo do espigão, faz-se a ligação com o subcentro da Lapa e o município industrial de Osasco.
> Ao mesmo tempo, através de grandes radiais perpendiculares ao espigão da Paulista, como importantes eixos que são as avenidas 23 de Maio, Rebouças, Consolação, Brigadeiro Luis Antonio e Pacaembu, o novo centro pode comunicar-se com o velho centro e com as vias perimetrais das marginais Pinheiros e Tietê. (SCARLATO, 1996, p.446)

Não obstante, embora o centro velho tenha deixado de ser o "centro de decisões" da metrópole, ele continuou exercendo sua centralidade em relação à periferia. Essa função manteve-se sobretudo como resultado da instalação do Metrô, ainda na década de 70, cujo traçado de suas linhas iniciais (norte-sul e leste-oeste), cruzam-se na Praça da Sé.

> Reforçando uma circulação radiocêntrica, o metrô acabou atraindo para a área central os grandes terminais de ônibus e ocupando a área central com megaáreas de trasbordo. Por outro lado, a entrada da industria automobilística no país disseminou o uso do carro particular, relegando ao transporte público apenas os mais pobres, que não podiam comprá-lo. É nesse momento que se implantam os calçadões na área central, transformando as principais ruas em áreas exclusivas de pedestres. Assim, desenhou-se para a área central um destino de máxima acessibilidade por transporte público e restrição para os automóveis, no momento em que as elites e classes médias da cidade se confinam definitivamente dentro de seus carros, deixando de ser pedestres. Estavam lançadas as bases para uma popularização do centro e seu abandono progressivo pelas elites. (ROLNIK, 2003, p.46)

De acordo com Rolnik (2003), é durante o período do chamado "milagre econômico" que a região da Avenida Paulista passa a exercer sua centralidade. Até então, o centro da metrópole ainda era único, embora dividido em duas partes: o "centro tradicional" (região do triangulo) e o "centro novo" (da Praça Ramos de Azevedo à Praça da República). Circunscritos a esse "espaço que abrigava simultaneamente a boca do lixo e a do luxo" (p. 45), conviviam todos os grupos sociais da metrópole.

> [...] as sedes de grandes empresas e uma multidão de vendedores ambulantes, engraxates, pastores e pregadores do fim dos tempos, homens-sanduíche e os magazines elegantes da rua Barão de Itapetininga, os apartamentos luxuosos da avenida São Luis e os chamados 'treme-treme' feitos de kitchenettes superpovoadas na baixada do Glicério e na Bela Vista." (ROLNIK, 2003, p.45)

A desvalorização do centro da cidade de São Paulo proporcionou à população de baixa renda a ocupação de antigos edifícios e imóveis residenciais, acelerando a formação de cortiços, ao mesmo tempo em que proliferam as favelas, em áreas públicas ou privadas.

Ao passo que a urbanização já havia processado significativa deterioração ambiental na área, a popularização e conseqüente desvalorização do centro velho acabam por implicar, também, na degradação estética da paisagem urbana. O Parque Dom Pedro II, projetado pelo arquiteto francês Bouvard, por exemplo, um dos cartões postais da cidade, implantado à custa de aterros nas várzeas do Rio Tamanduateí, a partir da década de 70 já não passava de uma área estéril, onde camelôs disputavam a atenção dos trabalhadores exaustos, dispostos em filas, aguardando pacientemente a chegada de ônibus apinhados de passageiros, para poderem retornar à suas casas, na periferia.

6.4.2 A periferia

Observando-se as figuras 27, 28, 29 e 30, nota-se o avanço da mancha urbana da RMSP principalmente nas direções leste, oeste e sul. Observa-se ainda que, até a década de 60, as várzeas do Rio Tietê, em seu trecho à jusante da Penha, ainda se constituíam em um vazio que separava dois grandes blocos. No entanto, na década de 70, quando seu curso já havia sido retificado neste trecho, as áreas de várzea foram incorporadas pela mancha urbana, que a partir de então se apresenta como um único bloco, aparentemente contínuo.

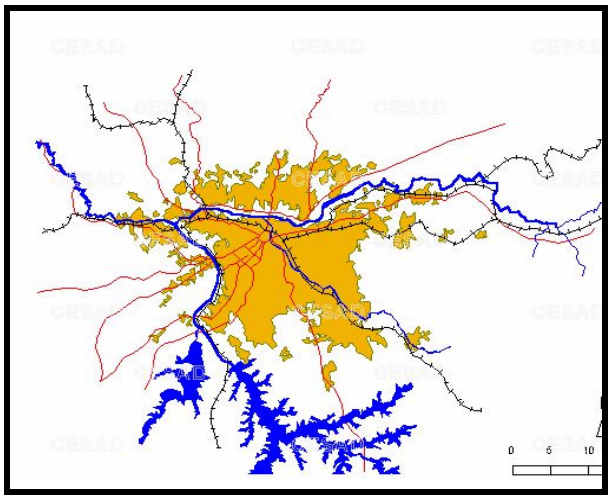


Figura 27 Evolução da mancha urbana de São Paulo em **1952**
Fonte: CESAD-FAUUSP Fonte básica: Flávio Villaça - "A estrutura territorial da metrópole sul brasileira": Área edificada em 1952 (fonte: levantamento Vasp-Cruzeiro 1952)

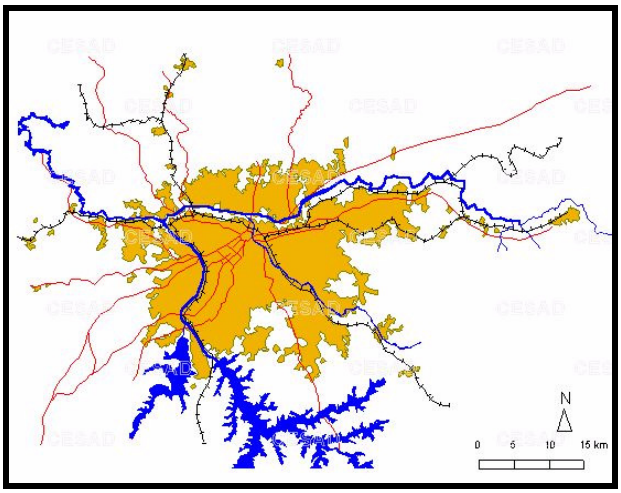


Figura 28 Evolução da mancha urbana de São Paulo em **1962**
Fonte: CESAD-FAUUSP Fonte básica: Flávio Villaça - "A estrutura territorial da metrópole sul brasileira": Área edificada em 1962 (fonte: Secretaria de Agricultura de São Paulo/Levantamento Aerofoto Natividade Ltda)

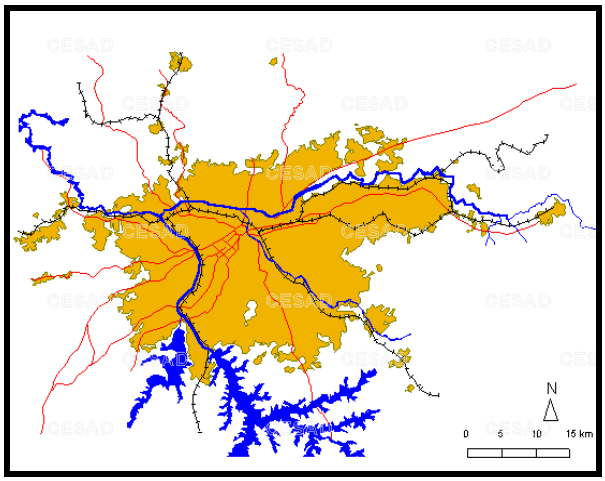


Figura 29 Evolução da mancha urbana de São Paulo em **1972**
Fonte: CESAD-FAUUSP
Fonte básica: Flávio Villaça - "A estrutura territorial da metrópole sul brasileira": Área edificada em 1972 (fonte: GEGRAN-Levantamento Vasp-Cruzeiro/Prospec-Geofoto-Aeromapa)

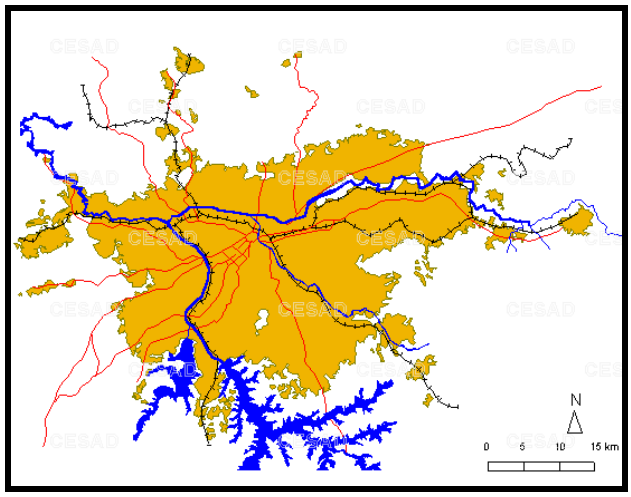


Figura 30 Evolução da mancha urbana de São Paulo em **1983**
Fonte: CESAD-FAUUSP
Fonte básica: Flávio Villaça - "A estrutura territorial da metrópole sul brasileira": Área edificada em 1972 (fonte: Foto de satélite CNPQ/INPE/LANDSAT)

Enquanto o centro financeiro se deslocava para o espigão central da Bacia Sedimentar de São Paulo, os bairros nobres avançavam sobre as vertentes e planície fluvial do Rio Pinheiros, já retificado; a periferia espraiava-se cada vez mais rumo leste, além-Tamanduateí; rumo sul, em direção às represas, e sudeste, na região do ABCD paulista.

No entanto, embora a mancha urbana aparente continuidade e homogeneidade, o processo de urbanização, principalmente na periferia, continua sendo orientado pela lógica da especulação imobiliária e segregação espacial. Ao passo que alguns bairros e loteamentos vão sendo consolidados, outros, cada vez mais distantes vão sendo implantados. Assim, a metrópole avança com voracidade sobre áreas cujos atributos do meio físico são inadequados à ocupação urbana e se configuram em "áreas de riscos" (planícies de inundação ou terrenos do complexo cristalino - declivosos e suscetíveis à erosão e deslizamentos de terra)

Lamentavelmente, os órgãos públicos, além de não coibirem tais situações, muitas vezes foram (e continuam sendo) os próprios promotores da ocupação desses locais pois, associados à expansão periférica, cujos loteamentos já não atendiam às exigências técnicas e legais, diversos conjuntos habitacionais foram implantados pelo Estado, em meados de 1970, em áreas de elevada fragilidade potencial do relevo.

> A política habitacional praticada pela Cohab durante as décadas de 70 e 80 foi a construção de imensos conjuntos uniformes e exclusivamente residenciais nas extremas periferias, marcando uma posição limítrofe em relação à cidade existente e segregando de forma explícita e violenta a população ali residente. Itaquera 1, 2 3 e 4 (35 mil moradias e 165 mil habitantes), Cidade Tiradentes (30 mil moradias e 160 mil habitantes): no extremo leste da cidade, guetos habitacionais sem variedade social ou funcional acabaram funcionando como ponta de lança de uma urbanização feita de loteamentos irregulares e favelas, para aqueles que não tiveram a "sorte" de residir nos conjuntos. Essa política teve como conseqüência a aceleração da expansão horizontal da cidade, acompanhada pelo agravamento das condições de circulação e drenagem, dois dos principais flagelos que infernizam a vida na metrópole no começo do novo milênio.
> A maioria dos conjuntos habitacionais foi implantada em terrenos totalmente impróprios do ponto de vista geomorfológico, já que essa urbanização periférica ultrapassou as áreas da bacia sedimentar (onde os terrenos têm baixo potencial de erosão) para atingir os solos do complexo cristalino, de maior declividade e altamente vulneráveis à erosão. (ROLNIK, 2003, p.50)

Foto 32 e **Foto 33** Exemplo de implantação de conjunto habitacional (COHAB) em terrenos cristalinos, com grande movimentação de terra.
Jardim Antártica - Zona norte do município de São Paulo.
Fotos: José Mariano Caccia Gouveia (1988)

A respeito da ilegalidade de loteamentos nas áreas periféricas, Rolnik (2003) aponta a existência de um "pacto territorial", que caracteriza um estilo de gestão ou ainda, uma cultura política, baseada na "ideologia da outorga". A clandestinidade transforma-se em extralegalidade, "dependente da intermediação do Estado – no caso, da municipalidade – para ser reconhecida e assim, ganhar o estatuto legal", necessário para ser contemplada pelo atendimento público.

> A velha ordem não se transforma para incorporar outras formas de ocupação do espaço: na verdade, apenas tolera – seletivamente – exceções à regra que, ao serem reconhecidas, são "contempladas" com o direito de receber investimentos públicos em infra-estrutura e serviços urbanos. As maiorias clandestinas entram, assim, na cena da política urbana devedoras de um favor de quem as julgou admissíveis.
> (ROLNIK, 2003. p.36)

Dentre as infra-estruturas e serviços urbanos reivindicados pela população, além do fornecimento de energia elétrica e do abastecimento de água, o asfalto (introduzido na pavimentação urbana, a partir da década de 60) e a canalização de córregos, são vistos como

essenciais à civilidade e agregam valor à propriedade, além de renderem, aos políticos, muitos votos nas eleições.

Sobre a canalização de cursos d'água, a lógica predominante para os moradores era (e continua sendo) a do afastamento, uma vez que o esgotamento de dejetos é feito diretamente neles. Não há interesse, via de regra, em saber qual o destino final dos dejetos e, portanto, serviços de coleta e tratamento de esgotos não são essenciais. Basta canalizar o córrego, esconder as "imundícies", eliminar os odores e afastar ratos e mosquitos.

Já para o poder público, a prática de canalizações, sobretudo a partir da década de 70, associava-se diretamente à abertura de novas avenidas de fundo de vale. De acordo com Marta Dora Grostein, professora titular do Departamento de História da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, a abertura generalizada de avenidas em fundos de vale quase nunca estava associada a uma determinada situação espacial do território e à necessidade de garantir uma melhor acessibilidade.

> Em meados dos anos 70 a política nacional de saneamento propôs linhas específicas de financiamento para as metrópoles enfrentarem a questão do saneamento básico na cidade. A grande meta era prover as grandes metrópoles com água encanada, com drenagem urbana e com rede de esgoto. A meta da oferta de água encanada e água tratada foi muito bem cumprida durante essas últimas décadas. A facilidade de acesso a financiamento para a área de saneamento fez com que a municipalidade, no caso de São Paulo, utilizasse como estratégia para a abertura de vias sempre associá-las à obras de saneamento. Nós tivemos então uma multiplicação de propostas de avenidas de fundos de vale que foram sendo abertas de modo assistemático, sem nenhum plano de conjunto, e sem nenhuma diferenciação em termos de projeto, ou de solução de projeto, ou de reflexão em torno do que significa abrir vias metropolitanas, as diferentes possibilidades de projeto que isso traz, ou ainda as diferentes possibilidades de ocupação de fundo de vale. (Grostein, 1998)[72]

6.4.3 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1983, e as modificações hidromorfodinâmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí entre 1953 e 1983.

A análise dos Mapas da Evolução da Mancha Urbana da RMSP (CESAD-FAU/USP), referentes aos anos de 1952 e 1983, demonstra que a área urbanizada cresceu, no período,

[72] Entrevista realizada em 1998, disponível em http://www.ponto.org/3/entrevistas.html.

160%. Na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no entanto, o crescimento verificado foi da ordem de 70%. Como se pode observar no gráfico abaixo, a ocupação urbana na BHRT, em 1983, corresponde a 21% do total da área urbanizada.

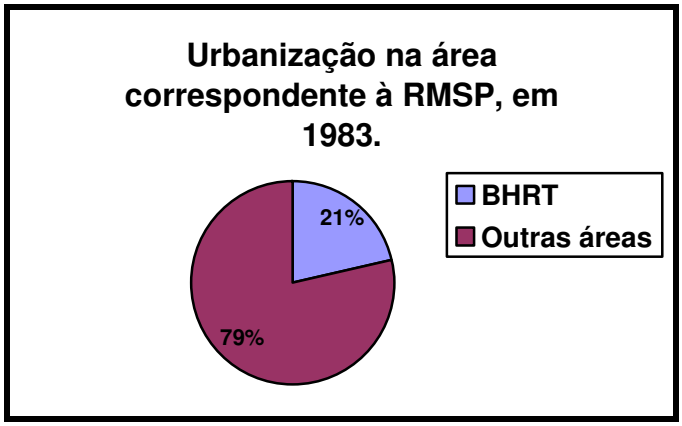


Gráfico 26 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 1983.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

As mensurações efetuadas nos Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas de1952 **(Mapa 4)** e 1983 **(Mapa 5)** apontam os seguintes dados, referentes à urbanização:

UNIDADES		ÁREA URBANA Km²	ACRÉSCIMO EM RELAÇÃO AO PERÍODO ANTERIOR Km²	% DO TOTAL DE CADA UNIDADE
Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí		281,23	114,96	85,0
Colinas sedimentares com topos plano-convexos e patamares aplanados		138,40	40,18	96,5
Morros cristalinos baixos e médios com topos convexos		87,69	61,64	67,8
Planícies Fluviais	Terraços Fluviais	12,44	0,8	100
	Planície de inundação	42,69	12,35	96,8

Tabela 26 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1953-1983).
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

O gráfico 27 permite avaliar espacialmente o total, em números absolutos, da urbanização em cada compartimento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí; enquanto que o gráfico 28, demonstra o percentual de cada compartimento, ocupado pela urbanização, em 1983.

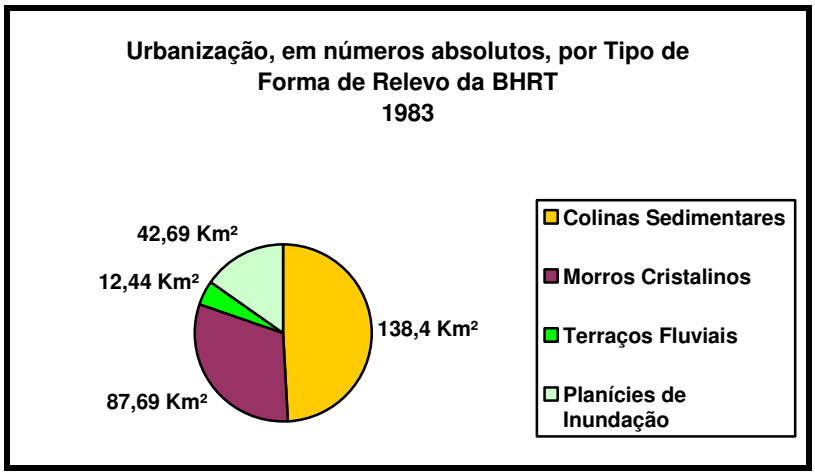


Gráfico 27 Urbanização, em n úmeros absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 1983.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

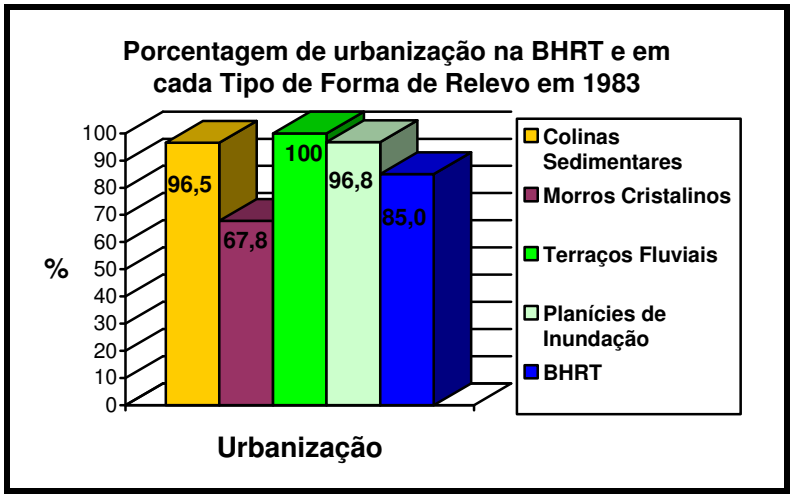


Gráfico 28 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 1983.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Constata-se que, em 1983, as áreas correspondentes aos terraços fluviais já se encontravam totalmente urbanizadas, e as planícies de inundação e colinas sedimentares, praticamente na mesma situação. Assim, os 15% de áreas ainda disponíveis na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, correspondiam exclusivamente às áreas de terrenos cristalinos, bastante dissecados e declivosos, localizados nas porções superiores da bacia hidrográfica.

No que se refere especificamente aos subsistemas fluviais, verificou-se que:

- As obras de retificação do canal do rio Tamanduateí estenderam-se significativamente, totalizando 27 Km. Portanto, o canal do rio, que originalmente possuía cerca de 39 Km de extensão, passou a ter, aproximadamente 36,3 Km, perdendo assim, 2,7 Km de extensão;

- Além da retificação, o Rio Tamanduateí teve um trecho tamponado, de aproximadamente 2,5 Km, para ceder espaço às pistas da Avenida do Estado;

- A prática indiscriminada de retificações, expressa num total de 21,5 Km de extensão, implicou na modificação de diversos outros canais fluviais da bacia hidrográfica;

- Também a prática de confinamento dos cursos d'água sepultou, no concreto, 153,2 Km de rios; e,

- Dos 662,5 Km de cursos d'água originais, aproximadamente 30% deles já haviam sofrido intervenções na morfologia do canal ou foram tamponados. Quanto às intervenções referentes a obras de canalizações[73], embora não tenha sido possível cartografá-las e portanto, mensurá-las, sabe-se que esse percentual é ainda maior.

Em termos de modificações antropogênicas, o aspecto mais marcante desse período caracteriza-se pelo avanço da ocupação urbana sobre os terrenos cristalinos da borda da Bacia Sedimentar de São Paulo. A análise dos Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1952 **(Mapa 4)** e 1983 **(Mapa 5)** aponta um acréscimo de ocupação dessas áreas, na ordem de 237%. Enquanto em 1952 a mancha urbana ocupava apenas cerca de 20% da área total desses terrenos (26 Km²), em 1983, a ocupação avança sobre 87,7 Km², ou seja, aproximadamente 68% do total da área dessa unidade geomorfológica.

> Ao ir além dos limites da Bacia Sedimentar, ocupando as áreas circunvizinhas de seu embasamento pré-cambriano, o território urbanizado acrescentou aos seus problemas econômicos e sociais também aqueles originados pela dinâmica do relevo, introduzidos pela ação do especulador imobiliário, em suas diversas formas, e agravados pela falta de sensibilidade dos órgãos governamentais, no que diz

[73] Entende-se por canalização "toda obra ou serviço que tenha por objetivo dar forma geométrica definida para a seção transversal do curso d'água, ou trecho deste, com ou sem revestimento de qualquer espécie nas margens ou no fundo", de acordo com a definição apresentada no Glossário de termos relacionados à Gestão dos Recursos Hídricos. (IGAM, 2008)

> respeito à degradação ambiental. Assim a metrópole passou a enfrentar junto com a crise econômica e social também uma crise morfogenética de conseqüências graves. (ABREU, 1992, p.47)

A "crise morfogenética" à qual Abreu (1992) se refere é, na verdade, o conjunto de respostas do meio físico, face ao rompimento do equilíbrio dinâmico, como resultado das intervenções antrópicas nas áreas do embasamento pré-Cambriano (Planalto Paulistano/Alto Tietê).

As características das formas de relevo deste compartimento (morros baixos e médios, com interflúvios estreitos e alongados, vertentes declivosas e densidade de drenagem média a alta), associadas às suas características litológicas e de seus materiais superficiais, conferem à área elevado grau de fragilidade potencial do relevo. Em face da suscetibilidade dos materiais superficiais aos processos de meteorização e remobilização por escoamento superficial, as formas de relevo originalmente encontravam-se em equilíbrio, em função da presença de uma cobertura vegetal cujo sistema radicular, associado ao fornecimento de matéria orgânica ao material superficial – "que funciona como verdadeira capa protetora em relação aos materiais do embasamento rochoso alterado *in situ*" (ABREU, 1992, p.49), lhes garantiam estabilidade. No entanto, a partir do momento em que a cobertura vegetal é retirada e os materiais superficiais sofrem remobilização através da execução de cortes e aterros, o equilíbrio se rompe e os processos erosivos passam a instalar-se de forma agressiva, culminando com o surgimento de ravinas. Somando-se a isso, as mudanças impressas na geometria das vertentes, também decorrentes de cortes e aterros, ao modificarem o comportamento hidrodinâmico, acabam por desencadear processos de deslizamentos.

As características morfodinâmicas das áreas do embasamento cristalino apresentam-se desfavoráveis e apresentam riscos à ocupação urbana, independentemente do poder aquisitivo de quem as ocupa. No entanto, face às características dos loteamentos e ocupações populares, sem acesso a recursos técnicos e não contemplados por serviços e infra-estruturas, os riscos são ainda mais potencializados. Dentre tais características, destacam-se:

- A falta de critérios técnicos na abertura de arruamentos;

- Os tamanhos reduzidos dos lotes, que obrigam a execução de sucessivos cortes e aterros a fim de criar patamares passíveis de ocupação;

- A permanente exposição do material de alteração, após a retirada da camada orgânica de solo;

- A ausência de dispositivos de disciplinamento de fluxos de águas pluviais, acelerando o escoamento superficial;

- Ausência de sistemas de captação de esgotos, o que implica no lançamento, em superfície das águas servidas, e instalação de fossas, possibilitando a contínua infiltração de água nos solos; e,

- Ausência de coleta de lixo, implicando no lançamento e concentração de lixo e entulho nas encostas, criando depósitos bastante instáveis; dentre outras.

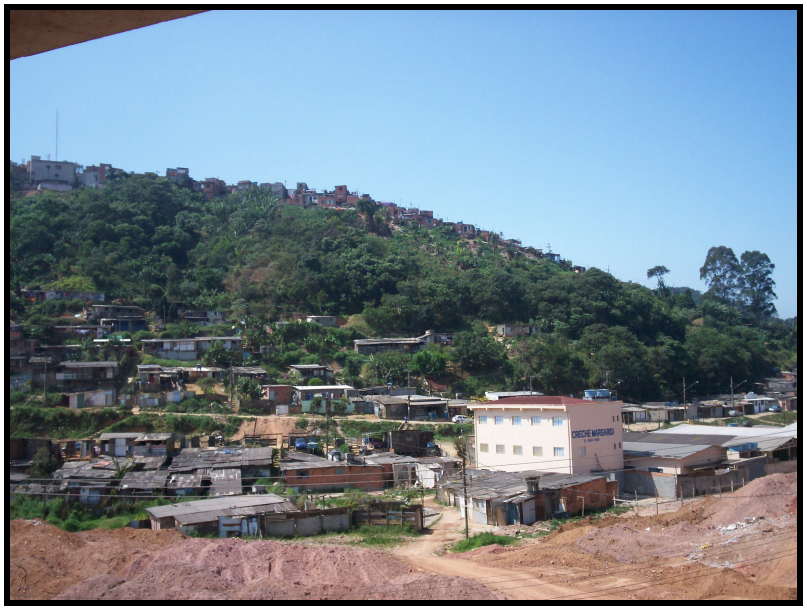


Foto 34 Jardim Silvina, no município de São Bernardo do Campo.
Ocupação em área de acentuadas declividades, em terrenos cristalinos, próxima às instalações da Volkswagen do Brasil, às margens da Via Anchieta.
Foto: Pontes, 2007.

Foto 35 Porção oeste do Jardim Silvina, São Bernardo do Campo.
Local onde ocorreu deslizamento de terra, acarretando a destruição de moradias.
Foto: Pontes, 2007

Não obstante os riscos de deslizamentos, a ocupação dessas áreas, ao modificar significativamente as taxas de erosão dos solos, agravam também os riscos de inundações nas áreas à jusante, uma vez que implicam na aceleração e aumento das taxas de escoamento superficial e assoreamento dos canais fluviais, reduzindo a capacidade de escoamento destes.

A erosão provocada pelo desmatamento e pela mobilização de terra na implantação desordenada de loteamentos, responsáveis pelo assoreamento dos cursos d'água, e a ocupação das várzeas, eliminando a capacidade de armazenamento das águas, agravaram ainda mais as ocorrências de inundações. Segundo Rocha (1992), "o assoreamento produz cerca de 5 milhões de toneladas/ano de sedimentos no sistema de drenagem." (p.198). Ainda, de acordo com Alvim et al (2006), "se, em 1940, o serviço de dragagem já retirava 120.000m^3 de terra por ano do rio Tietê, em 1963, esse volume se elevava a 1.500.000m^3." (p. 8)

Ao passo que a ocupação urbana avança sobre os terrenos cristalinos, em direção às porções superiores da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, modificando formas, mobilizando materiais superficiais, alterando taxas e balanços dos processos, e reduzindo limiares de equilíbrio do sistema; nas porções inferiores, onde a urbanização já se encontra

consolidada, outras modalidades de interferência antrópica, diretamente associadas ao processo de urbanização, entram em cena.

A partir das décadas de 60 e 70, o emprego generalizado de cobertura asfáltica nas áreas de urbanização consolidada, contribui para a total impermeabilização do solo, aumentando ainda mais o escoamento superficial e a velocidade dos fluxos hídricos, o que resulta em aumento ainda mais significativo dos picos de vazão. Embora nestas áreas, na porção inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, a densa ocupação urbana e a pavimentação das ruas diminua o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, o assoreamento dos canais continua, como já mencionado, graças à ocupação das áreas à montante.Como resultado, as inundações vão se tornando cada vez mais freqüentes.

Foto 36 Inundação no Vale do Anhangabaú, em 1958.
Fonte: Agência Estado in www.ana.gov/semanadaagua/palestra_docs/24/patricia.pps

Foto 37 Em fevereiro de 1963, o túnel do Anhangabaú cheio de água.
Fonte: Agência Estado in http://veja.abril.com.br/galeria-de-imagens/sao-paulo-decadas-chuvas-531742.shtml

Foto 38 Em 1988, as obras no Vale do Anhangabaú ficaram submersas.
Fonte: Agência Estado in http://veja.abril.com.br/galeria-de-imagens/sao-paulo-decadas-chuvas-531742.shtml

No entanto as modificações no sistema físico, nesse período, já não se limitam apenas às formas e materiais superficiais. Também o subsolo passa a ser modificado em função da urbanização. Além da instalação das linhas do Metrô, uma infinidade de obras de infra-estrutura passa a ocupar os espaços subterrâneos da metrópole.

Inicialmente os subterrâneos da cidade foram ocupados por canalizações, redes de água e esgotos e pequenos túneis e galerias. No entanto, sobretudo a partir da década de 70, esses espaços passam a ser ocupados também por obras viárias, estacionamentos e parte de edifícios comerciais e residenciais. Tais intervenções, como será discutido adiante, desencadeiam processos hidromorfodinâmicos que, até então, eram de raríssima freqüência e pequena magnitude.

6.5 AS ÚLTIMAS DÉCADAS

(*Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí de 1984 até 2001)*

De acordo com dados apresentados pela EMPLASA (2007)[74], a área urbanizada da RMSP, de 1962 a 2002, passou de 874 km² para 2.209 Km², o que, "em termos de espaço, é praticamente o mesmo que incorporar, em quarenta anos, uma cidade do porte de Piracicaba.". No entanto, numa avaliação sobre o crescimento da mancha urbana, a partir de imagens de sensoriamento remoto, Araújo et al (1992), observaram que a partir de 1980 a mancha urbana diminuiu seu ritmo de crescimento, conforme se verifica na tabela a seguir:

Período	Crescimento	Área acrescida (Km²)	Área total da mancha urbana da RMSP (Km²)
1962 -1974	59,0 %	610	874
1974 -1980	46,0 %	400	1.484
1980 -1985	14,5 %	210	1.694
1985 -1989	10,9 %	185	1.879
1989 - 2002	17,6 %	330	2.209

Tabela 27 Crescimento da mancha urbana da RMSP entre 1974 – 1989.
Fonte: Araújo et al (1992); Fracalanza & Campos (2006) e EMPLASA (2007)
Org. MOROZ - CACCIA GOUVEIA, I. C.

Essa diminuição do crescimento da mancha urbana associa-se à redução do crescimento populacional na Região Metropolitana de São Paulo, conforme pode ser verificado na tabela 28:

Anos	Município de São Paulo		Região Metropolitana de SP	
	População	Taxa de Crescimento (1)	População	Taxa de Crescimento (1)
1940	1.326.261		1.568.045	
		5,2		5,3
1950	2.198.096		2.622.786	
		5,6		6,1
1960	3.781.446		4.739.406	
		4,6		5,6
1970	5.924.615		8.139.730	
		3,7		4,5
1980	8.493.226		12.588.725	
		1,2		1,9
1991	9.646.185		15.444.941	
		0,9		1,6

Tabela 28 População e Município e Região Metropolitana de São Paulo (1940-1991)
Adaptado de IBGE, Censos Demográficos (1) Taxa de Crescimento Geométrico Anual (disponível *em* www/www9/sempla/sempla/historico/tabelas/header-tabelas.php)

[74] Região Metropolitana de São Paulo em Dados (2007). Disponível em www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/infometropolitana/rmsp/rmsp_dados.asp. Consultado em fevereiro/2010.

Na região do ABCD paulista verifica-se também, a partir da década de 80, uma brusca diminuição no ritmo de crescimento da população, conforme se observa no gráfico abaixo:

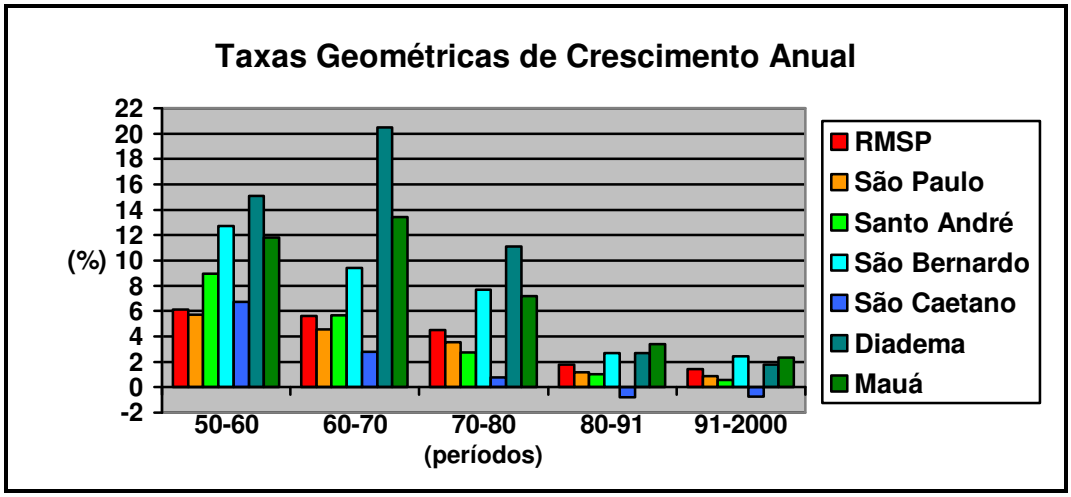


Gráfico 29 Taxas Geométricas de Crescimento Anual da RMSP, cidades do grande ABC que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí e cidade de São Paulo.
Fonte: MEYER et al (2004)
Org. MOROZ - CACCIA GOUVEIA, I. C.

Vale observar que o município de São Caetano do Sul passou a apresentar taxas negativas. Esse pequeno município, cujo IDH (Índice de Desenvolvimento Humano)[75] é o maior entre todas as cidades brasileiras, têm apresentado uma taxa de natalidade muito baixa e em função mesmo desse *status* de "qualidade de vida", apresenta uma supervalorização imobiliária, o que acaba por acarretar a saída de uma parcela da população para municípios vizinhos, principalmente para a zona leste de São Paulo, onde o preço dos imóveis é mais acessível.

Observando o gráfico 30 pode-se notar que, a partir da década de 80, o saldo migratório, tanto na cidade de São Paulo quanto na Região Metropolitana de São Paulo, reduziu-se significativamente.

[75] Dados de 2000, segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – (PNUD, 2003). Disponível em : http://www.pnud.org.br/atlas, consultado em setembro de 2009.

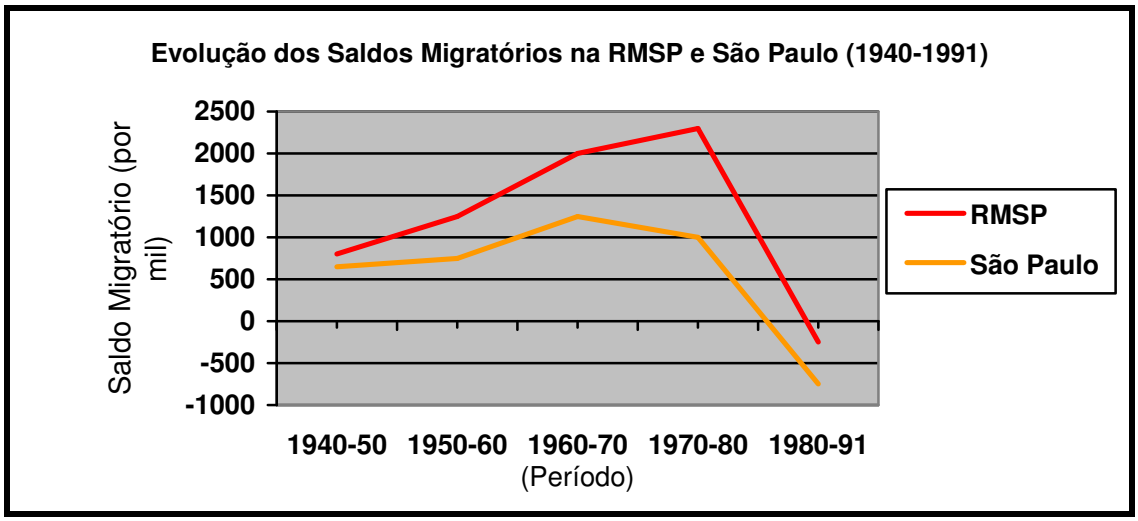


Gráfico 30 Evolução dos Saldos Migratórios Região Metropolitana de São Paulo e Município de São Paulo – 1940-1991.
Adaptado de Fundação Seade *in* PERILLO (1996)
Org. Moroz – Caccia Gouveia, I. C.

Essas "desacelerações" nas taxas de crescimento da população, nos saldos migratórios e também no crescimento, em área, da mancha urbana da RMSP, podem ser entendidas como conseqüência das profundas transformações socioeconômicas e políticas, tanto em âmbito nacional quanto mundial, ocorridas na década de 80. Tais transformações também acabam acarretando alterações nos padrões de distribuição espacial da população. (PERILLO, 1996)

> A partir da década de 80, em decorrência tanto do processo de desconcentração industrial, que afetou a cidade a partir de meados dos anos 70 e redirecionou parte de suas instalações industriais para outras regiões do Estado de São Paulo e do país, quanto do processo de modernização tecnológica e gerencial, que suprimiu empregos no setor secundário da economia. A cidade teve então reduzido seu poder de atração populacional, passando a apresentar saldos migratórios negativos. Ainda na década de 80, o crescimento vegetativo também sofreu um arrefecimento, em decorrência da diminuição dos índices de fertilidade e de natalidade na população brasileira. (PMSP, 2010)

Ainda, de acordo com PMSP (2010)[76], a partir de então,

> [...] se a aglomeração urbana continuou a crescer em seu conjunto, isto deveu-se à expansão das áreas periféricas ao município de São Paulo (incluindo aquelas situadas em zonas de proteção a mananciais) e ao crescimento que ainda se observa em grande parte dos municípios da sua região metropolitana.

[76] Disponível em sempla.prefeitura. sp. gov.br/introdução php., em 2010.

Assim, enquanto o padrão periférico de expansão urbana, baseado no "trinômio loteamento - casa própria – autoconstrução", continua se desenvolvendo, ainda que de forma menos acelerada, sobre áreas cada vez mais distantes; nas áreas mais centrais da metrópole, novas transformações na apropriação do solo vão se delineando. Nesse sentido, verifica-se o aumento de favelas e cortiços nas áreas centrais da metrópole, como se constata na Tabela 29:

	1973	1980	1987
Moradores em favelas	71.840	375.023	812.764

Tabela 29 Incremento da População Favelada – Município de São Paulo.
Fonte: PMSP/SEHAB *in* SCARLATO (1995)

Sampaio & Pereira (2003) apresentam dados mais recentes sobre as favelas no município de São Paulo.

	1991	2000
Número de favelas	1.975	2.018
Área favelada (km²)	24,71	30,62
População Favelada	891.673	1.160.590
Domicílios	196.389	286.954

Tabela 30 Favelas no Município de São Paulo 1991-2000.
Fonte: CEM e SMH. Cf. Folha de São Paulo, 12/2/2003 in Sampaio & Pereira (2003)

Em relação aos cortiços, no município de São Paulo, os autores afirmam que:

> Os dados sobre a população moradora em cortiços também são imprecisos, pois as diferentes pesquisas, feitas com metodologias diversas, apontam números e porcentagens diferentes para a população encortiçada paulistana. Em 1976, *São Paulo, crescimento e pobreza* mencionava que "as condições de moradia [eram] ainda mais precárias para os 615 mil habitantes de cortiços situados, de modo particular, em áreas decadentes de bairros mais centrais: Bom Retiro, Brás e Bela Vista". E fazia uma previsão: "os cortiços tendem também a expandir-se, na medida em que se reurbanizam os bairros centrais ao longo de outras áreas desvalorizadas, em especial as que margeiam os trilhos ferroviários: Perus, Pirituba etc.".
> A Secretaria Municipal de Planejamento da PMSP apontava que, entre 1975 e 1980, a população encortiçada passou de 9,3 a 17,7. Clara Ant, Lucio Kowarick e Maura Veras indicavam, em 1981, a porcentagem de 7% da população, o que significava meio milhão de encortiçados.
> Os dados disponíveis mais atualizados resultantes de pesquisa feita pela Fipe em 1996, indicavam seiscentos mil encortiçados. Aqui, como em outros casos, a diversidade dos dados torna difícil a opção por uma ou outra fonte. (p. 178)

Além dessas transformações, percebem-se também algumas mudanças de usos nas áreas onde antes predominavam as atividades industriais. Lembrando que grande parte das

primeiras instalações industriais localizava-se preferencialmente junto às ferrovias, nas áreas planas das várzeas.

Com o deslocamento das atividades industriais para os eixos rodoviários, a partir da década de 60, e posteriormente, para outras cidades do interior paulista e até mesmo outros estados, imensas áreas de galpões industriais permaneceram, por vários anos, ociosas e se deteriorando. No entanto, a partir da década de 80 e sobretudo, na década de 90, essas áreas passam a ser vistas como grande potencial para a urbanização, sobretudo voltada para as classes média e média-alta. Nesse sentido, observam-se em bairros como a Barra Funda, a Moóca e o Tatuapé, por exemplo, antigas áreas industriais sendo transformadas em condomínios verticais, *shopping centers*, hipermercados, estabelecimentos de ensino superior, templos religiosos, dentre outros usos. Essa mesma revalorização e requalificação de espaços industriais acontece em municípios vizinhos, em áreas próximas ao rio Tamanduateí e linha férrea, tais como Santo André[77].

6.5.1 O Mapa da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 2001, e as modificações hidromorfodinâmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

A análise dos Mapas da Evolução da Mancha Urbana da RMSP (CESAD-FAU/USP), referentes aos anos de 1983 e 2001, demonstra que a área urbanizada cresceu, no período, apenas 33%. Na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no entanto, o crescimento verificado foi inferior a 8%. Conforme se pode observar no gráfico abaixo, a ocupação urbana na BHRT, em 2001, passa a corresponder a 17% do total da área urbanizada.

[77] Sobre esse fenômeno no município de Santo André, consultar tese de Isabel A. P. Alvarez, A reprodução da Metrópole: o projeto Eixo Tamanduathey, 2008.

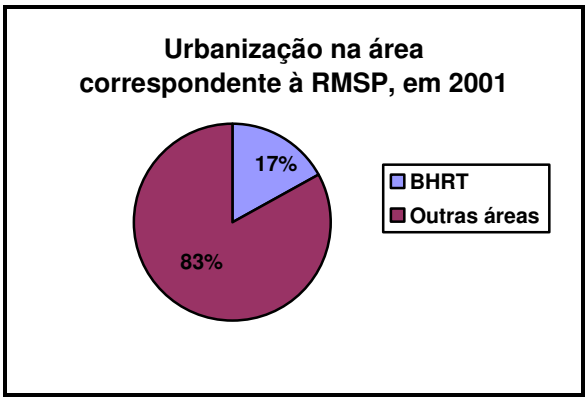


Gráfico 31 Participação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na mancha urbana de 2001.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

As mensurações efetuadas nos Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas de 1983 (**Mapa 5**) e 2001 (**Mapa 6)** apontam os seguintes dados:

UNIDADES		ÁREA URBANIZADA Km²	ACRÉSCIMO EM RELAÇÃO AO PERÍODO ANTERIOR Km²	% DO TOTAL DE CADA UNIDADE
Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí		304,15	22,92	91,9
Colinas sedimentares com topos plano-convexos e patamares aplanados		143,33	4,93	99,9
Morros cristalinos baixos e médios com topos convexos		104,54	16,80	80,8
Planícies Fluviais	Terraços Fluviais	12,44	0	100
	Planície de inundação	43,84	1,10	99,2

Tabela 31 Evolução da Urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (1983-2001)
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

O gráfico 32 permite avaliar espacialmente, o total, em números absolutos, da urbanização em cada compartimento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, enquanto que o gráfico 33, demonstra o percentual de cada compartimento, ocupado pela urbanização, em 2001.

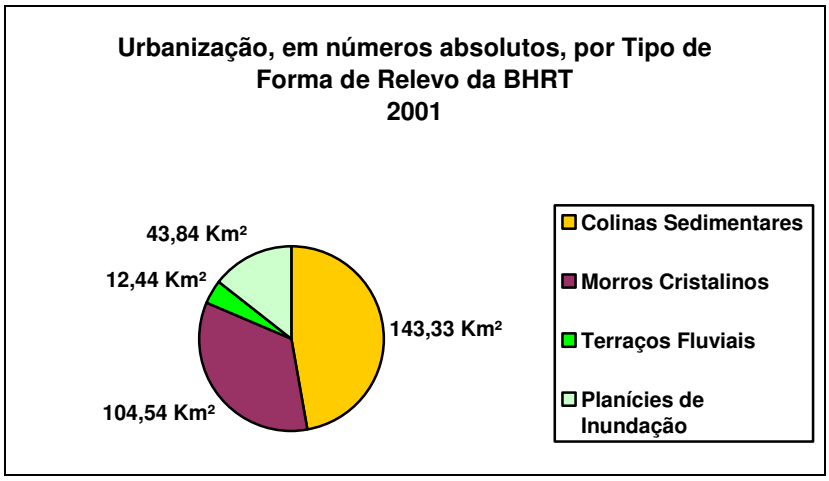


Gráfico 32 Urbanização, em números absolutos, sobre cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em 2001.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

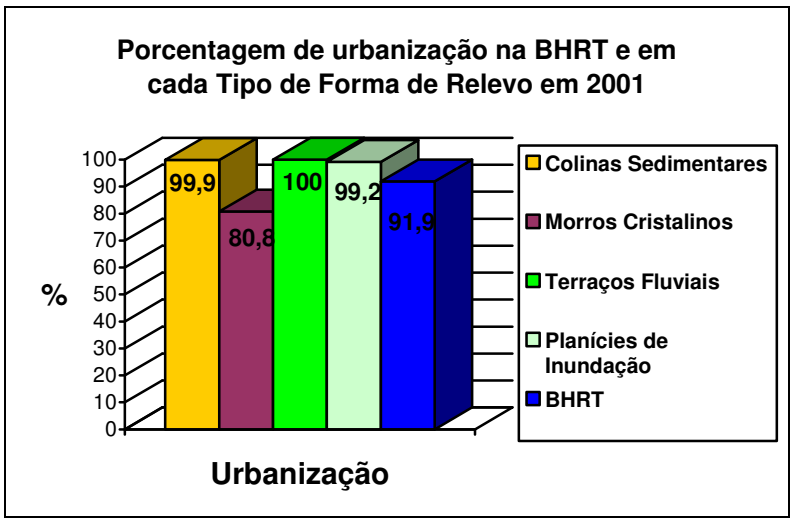


Gráfico 33 Percentual de cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupado pela urbanização, em 2001.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Constata-se que, em 2001, as áreas correspondentes às colinas sedimentares, aos terraços fluviais e às planícies de inundação já se encontravam totalmente urbanizadas. Assim, os 8% de áreas ainda disponíveis na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, correspondiam exclusivamente, às áreas de terrenos cristalinos. Este compartimento geomorfológico, por sua vez, já se encontrava com 80% de sua área, ocupada pela urbanização.

No que se refere especificamente aos subsistemas fluviais, verifica-se que:

- De 1983 a 2001 não se realizaram mais obras de retificação e/ou tamponamento do canal do rio Tamanduateí;

- No entanto, a prática de retificações torna-se cada vez mais generalizada. De 1983 a 2001, aproximadamente 43 Km de cursos d'água da bacia hidrográfica tiveram sua dinâmica modificada por esse tipo de intervenção. Assim, em 2001, têm-se cerca de 64,7 Km de retificações;

- Também a prática de confinamento dos cursos d'água sepultou, no período de 1983 a 2001, mais 23,7 Km de canais fluviais, totalizando então 176,9 Km de rios tamponados; e,

- Dos 662,5 Km de cursos d'água originais, aproximadamente 242 Km sofreram intervenções como retificações e tamponamentos. Dentre os 420 Km restantes, embora não tenha sido possível mensurar, acredita-se que apenas uma pequena parcela ainda guarde suas características morfológicas originais, uma vez que, grande parte deles já deve ter sofrido intervenções tais como canalizações.

6.6 SINTESE DA EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO E MUDANÇAS ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAMANDUATEÍ (1881-2001)

O breve resgate histórico apresentado até aqui buscou, na medida do possível, apresentar as principais intervenções antrópicas efetuadas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, contextualizando-as ao quadro histórico no qual se processaram, bem como os fatores econômicos, sociais e tecnológicos que as condicionaram.

Os gráficos abaixo demonstram, sinteticamente, como a urbanização da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ao longo de mais de um século, foi se apropriando e modificando cada compartimento geomorfológico.

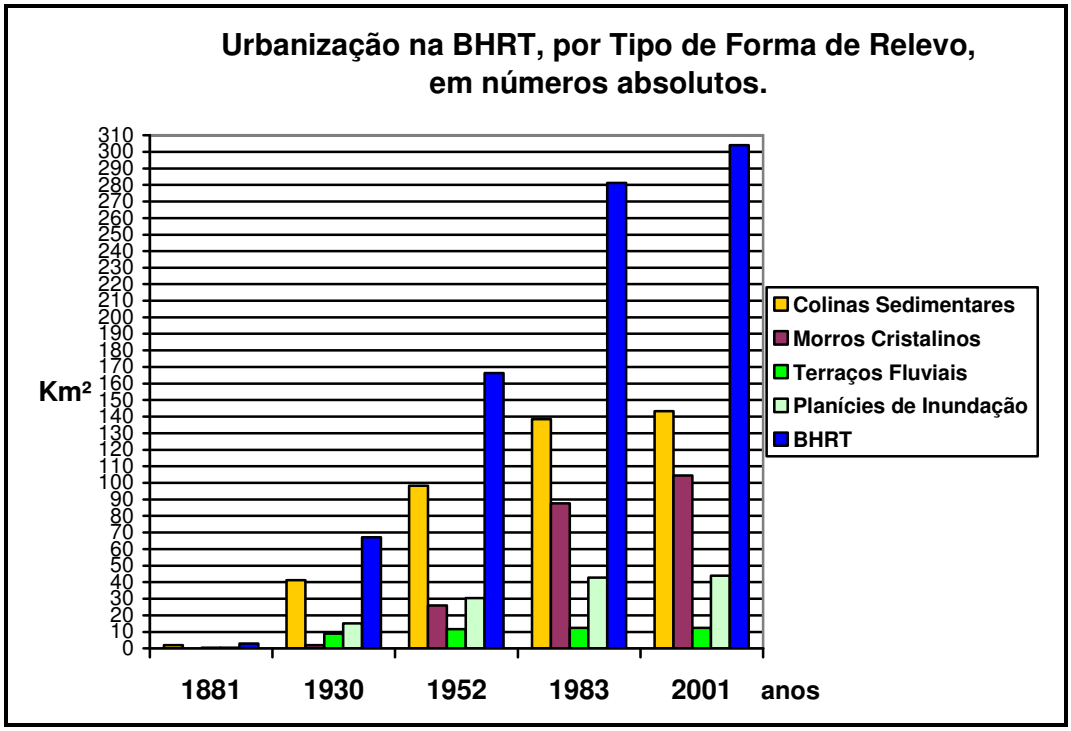


Gráfico 34 Evolução da urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em cada Tipo de Forma de Relevo.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

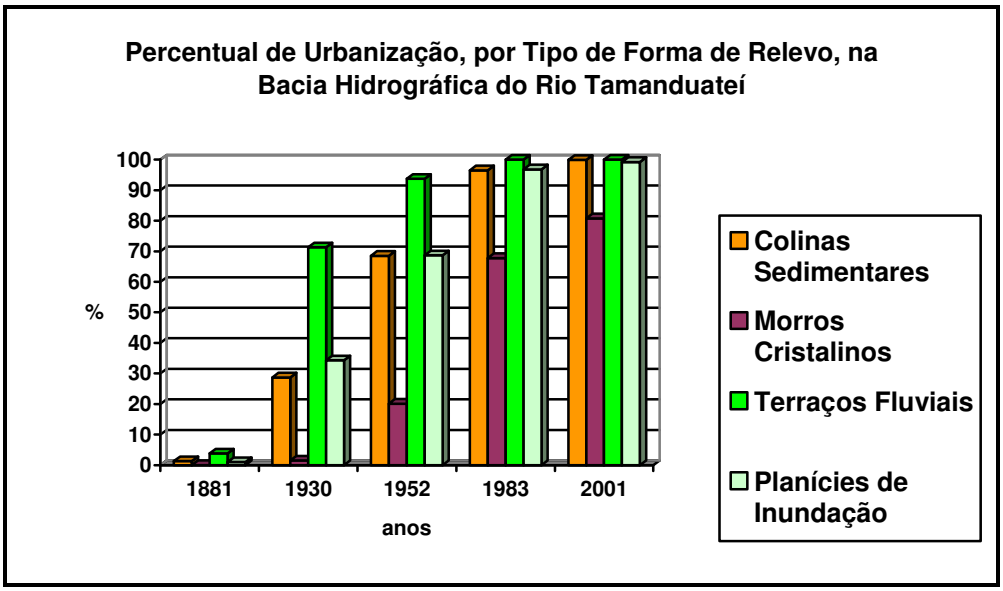


Gráfico 35 Percentual de ocupação urbana em cada Tipo de Forma de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Como se observa, a maior expansão da urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em números absolutos, ocorreu entre 1930 e 1983. A ocupação urbana, inicialmente restrita às colinas sedimentares avança, a partir do início do século XX, sobre os terraços fluviais e planícies de inundação, induzida pela instalação das vias férreas e pela industrialização.

Já a partir da década de 50, em função da presença da Via Anchieta e do grande desenvolvimento industrial na região do ABCD, a urbanização começa a avançar sobre os terrenos cristalinos e, na medida em que os outros compartimentos geomorfológicos vão sendo quase que completamente urbanizados, a expansão nesses terrenos aumenta ainda mais.

Portanto, pode-se concluir que, no caso da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, a apropriação de terrenos com maiores restrições à ocupação urbana, inicia-se ainda no final do século XIX com a ocupação das planícies de inundação, e as transgressões aos limites impostos pelo meio físico intensificam-se, sobretudo, a partir da década de 50.

No que se refere às intervenções antrópicas diretas, sobre os subsistemas fluviais, observou-se que, em 2001, mais de 40% dos canais fluviais da bacia hidrográfica já haviam sido alvo de retificações e/ou tamponamentos, sendo que o período que se estende de 1952 a

1983, corresponde aquele de maior intensificação de tais práticas, conforme se observa na tabela e no gráfico abaixo:

	Extensão das Intervenções (retificações e tamponamentos) Km				
	1881	**1930**	**1952**	**1983**	**2001**
Rio Tamanduateí	11,5	7,6	-------	21,4	---------
Outros cursos d'água	1,0	14,3	9,9	140,5	66,7
Total de cada período	12,5	21,9	9,9	161,9	66,7
Total	272,9 Km				

Tabela 32 Extensão das intervenções nos canais fluviais, por períodos, na BHRT.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

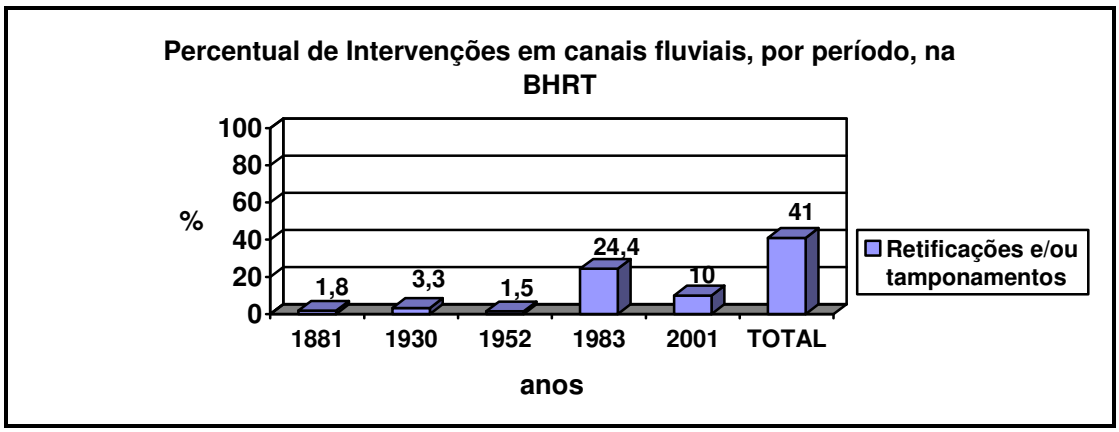


Gráfico 36 Intervenções nos canais fluviais, por períodos, na BHRT.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Cumpre ressaltar que, embora a partir da década de 50, as intervenções antrópicas em cursos d'água tenham se intensificado, não se pode negligenciar o fato de que, já no século XIX, modificações, ainda que sobre áreas mais restritas, tais como a mudança da localização da foz do Rio Tamanduateí e os aterros de planície de inundação, constituíram-se em impactos bastante significativos na bacia hidrográfica.

Ainda que se tenha dado um enfoque maior às intervenções processadas diretamente sobre os cursos fluviais e a urbanização tenha sido tratada de forma generalizada, ressaltando-se apenas seus efeitos no que se refere à impermeabilização do solo, entendemos que o fenômeno da urbanização compreende uma série de modalidades de intervenções, cujas respostas resultam em diferentes situações de instabilidade do meio físico. No entanto, em

função da extensão da área, da escala adotada no estudo e, principalmente, da disponibilidade de informações; não foi possível detalhar a categoria intervenção urbana, como sugerido por Rodrigues e Coltrinari (2004) apud Rodrigues (2005), de acordo com padrões de arruamento ou densidade de ocupação. Todavia, os mapas evolutivos elaborados permitiram avaliar a extensão das principais intervenções ocorridas na área.

CAPÍTULO 7 - O MAPA DA MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA E AS MUDANÇAS NOS PROCESSOS HIDRO-MORFODINÂMICOS

"Mas a taba cresceu... Tigüeras agressivas.
Pra trás! Agora o asfalto anda em Tabatingüera.
Mal se esgueira um pajé entre locomotivas
E o forde assusta os manes lentos do Anhanguera.

Anhanga fantasmal, feito de tabatinga
Guincha, entrou pelo chão como o Anhangabaú.
E a alvura se tornou cimento-armado,é cinza,
Tinge a garoa Borba Gato Engaguaçu..."
Mário de Andrade, Tabatingüera *in Losangulo Cáqui* (1922)

O Mapa da Morfologia Antropogênica da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí **(Mapa 7)** apresenta as principais mudanças morfológicas, ou ainda, mudanças dos materiais superficiais decorrentes da urbanização, verificadas em 2010. Tais categorias, conforme já explicitado anteriormente, correspondem a indicadores morfológicos, de materiais superficiais e hidro-geomorfológicos, que permitem avaliar as modificações ocorridas no sistema físico natural.

A tabela e os gráficos abaixo apresentam os percentuais de cada categoria de morfologias antropogênicas e morfologias originais ou semipreservadas, identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.

		UNIDADE OU ELEMENTO	ÁREA (Km²) ou EXTENSÂO (Km)	PERCENTUAL EM RELAÇÃO À BHRT (%)
MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	URBANIZAÇÃO	**ESTÁGIO INICIAL** Loteamentos desocupados ou em processo de ocupação	1,13 Km²	0,34
		ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO Áreas urbanas altamente impermeabilizadas, geralmente sem infra-estruturas	11,2 Km²	3,38
		ESTÁGIO FINAL Áreas urbanas consolidadas, altamente impermeabilizadas, geralmente dotadas de infra-estruturas	272,7 Km²	82,40
	OUTRAS	Depósitos tecnogênicos	0,59 Km²	0,27
		Solo exposto / Movimento de Terra	4,34 Km²	1,31
		Mineração	0,98 Km²	0,29
		Lago/lagoa ou represa/barragem	0,74 Km²	0,22
		Reservatório de detenção	0,43 Km²	0,12
		Cursos d'água retificados	91, 80 Km	16,10
		Cursos d'água tamponados	178,70 Km	25,50
MORFOLOGIA ORIGINAL OU SEMIPRESERVADA		Áreas predominantemente dotadas de cobertura vegetal (matas, capoeiras, campos, vegetação de várzea ou, ainda, reflorestamentos)	38,58 Km²	11,65
		Cursos d'água com características originais ou semi-preservadas	409,40 Km	58,40

Tabela 33 Morfologia antropogênica e Morfologia original ou semi-preservada na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz – Caccia Gouveia, I.C.

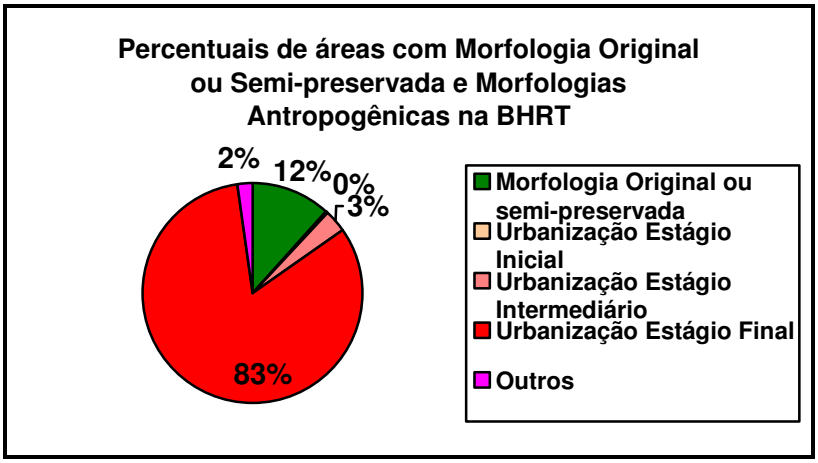


Gráfico 37 Percentuais de áreas com morfologia original ou semipreservada e áreas com morfologias antropogênicas, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz – Caccia Gouveia, I.C.

Para efeito de organização da legenda do Mapa da Morfologia Antropogênica e das discussões que se seguem, optou-se por agrupar alguns conteúdos da legenda, de acordo com estágios de urbanização. Desse modo, estabeleceram-se os seguintes padrões de morfologias e estágios correspondentes:

▪ **MORFOLOGIA ORIGINAL OU SEMI-PRESERVADA**

- Corresponde a áreas predominantemente dotadas de cobertura vegetal (matas, capoeiras, campos, vegetação de várzeas ou reflorestamentos); e, cursos d'água com características originais ou semi-preservadas.

▪ **MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA**

- Estágio Inicial de Urbanização: Loteamentos desocupados ou em processo de ocupação;

- Estágio Intermediário de Urbanização: Áreas urbanas altamente impermeabilizadas, geralmente sem infra-estruturas; e,

- Estágio Final de Urbanização: Áreas urbanas consolidadas, altamente impermeabilizadas, geralmente dotadas de infra-estruturas; e.

- Outras: Correspondem a morfologias antropogênicas que não se relacionam diretamente com estágios de urbanização, tais como: Solo exposto / Movimento de Terra; Mineração; Depósitos tecnogênicos; Reservatório de Detenção; Lago/lagoa ou represa/barragem; e, cursos d'água retificados ou tamponados.

Antes de iniciar a descrição as mudanças nos processos, decorrentes das morfologias antropogênicas criadas pela urbanização, cabe ressaltar que, embora se adote aqui uma descrição seqüencial de intervenções e mudanças, estas não ocorrem de forma isolada e sucessiva (temporal e espacialmente), principalmente na área de estudo, cuja complexidade da expansão urbana já foi descrita anteriormente. Assim, deve-se entender que a dinâmica de ocupação urbana desse sistema físico – a bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí - envolve, quase sempre, todas os estágios simultaneamente.

7.1. MORFOLOGIA ORIGINAL OU SEMIPRESERVADA

São consideradas como áreas que ainda não sofreram modificações significativas, em termos de formas, materiais e processos, decorrentes da urbanização.

As **"Áreas predominantemente dotadas de cobertura vegetal (matas, capoeiras, campos, vegetação de várzea ou reflorestamentos)"** correspondem a parques e áreas verdes, áreas desocupadas, ou ainda, chácaras de lazer ou com atividades hortifrutigranjeiras. Embora possam ter sido alvo de intervenções antrópicas, não apresentam morfologias antropogênicas decorrentes, diretamente, da urbanização. Essa unidade corresponde apenas a 11,6% da área total da bacia hidrográfica do rio Tamanduateí, sendo que, deste total, cerca de 13% localizam-se nas colinas sedimentares e 87%, nos terrenos cristalinos.

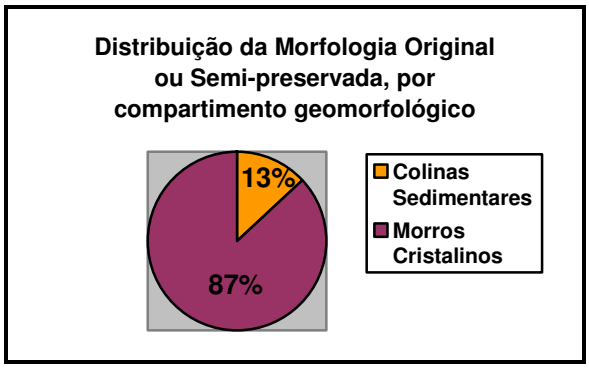


Gráfico 38 Distribuição da Morfologia Original ou semi-preservada, por compartimento geomorfológico.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

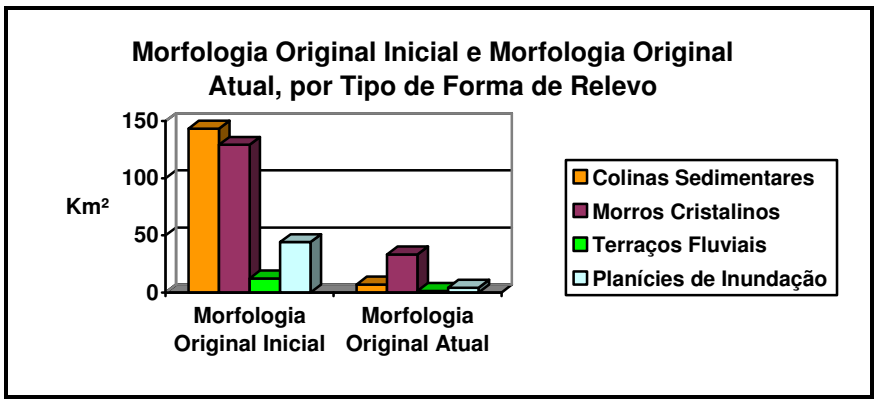


Gráfico 39 Morfologia Original Inicial e Morfologia Original Atual, por Tipo de Forma de Relevo.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C

As áreas de chácaras e reflorestamentos, por exemplo, já não possuem a cobertura vegetal original. No entanto, não apresentam também grandes porções de solo exposto ou

impermeabilizado. Assim, embora se saiba que a hidrodinâmica e a morfodinâmica dessas áreas possam ter sofrido mudanças, tais modificações não são comparáveis àquelas decorrentes da urbanização.

Admite-se ainda que, em alguns casos possam ter havido ainda, mudanças na morfologia e nos materiais superficiais. Por exemplo, áreas de campos ou capoeiras, podem corresponder às áreas de aterros ou terraplenagens que, ao serem abandonadas, permitiram a instalação de vegetação. Porém, na escala de análise e mapeamento adotada no presente estudo, não foi possível identificar tais casos.

A categoria "Vegetação de Várzea", mapeada nas cartas de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e Bacia do Alto Tietê (EMPLASA/FEHIDRO, 2005), poderia ser forte indicativo de preservação da morfologia original, sugerindo que os locais onde ocorrem – planícies de inundação - ainda apresentam a funcionalidade original, tanto em termos de hidrodinâmica, quanto de morfodinâmica. No entanto, observou-se que tal categoria, segundo o mapeamento da EMPLASA, não corresponde, *stricto sensu,* à formação vegetal típica de áreas periodicamente inundadas, e o termo foi empregado, indiscriminadamente, para qualquer tipo de vegetação localizada próxima a cursos fluviais, ocorrendo inclusive, em elementos côncavos e convexos das vertentes.Assim, optou-se por desconsiderar essa informação.

Com relação às formas fluviais como "**Cursos d'água com morfologia original ou semi-preservada"**, vale ressaltar que o termo aqui empregado "semi-preservado", refere-se exclusivamente à forma dos canais. Lamentavelmente, como se sabe, tais cursos d'água, em termos de qualidade e também disponibilidade dos recursos hídricos, encontram-se extremamente degradados, estando muito aquém de poder ser classificados como semi-preservados, quanto à esses aspectos. Ressalta-se ainda que, embora tais cursos d'água apresentem morfologias de canal bastante semelhantes às originais e se apresentem a céu aberto, não significa que não possam ter sido alvo de canalizações (aprofundamento,

alargamento, ou revestimento de calha, por exemplo). No entanto, em função da natureza de investigação cartográfica desse estudo, das dimensões da área e da ausência de dados, não foi possível identificar tais mudanças a ponto de distingui-los daqueles que não sofreram tais tipos de intervenções. Assim, conforme será apresentado adiante, para efeito de análise só foram consideradas formas fluviais antropizadas, aquelas que foram alvo de retificações ou tamponamentos.

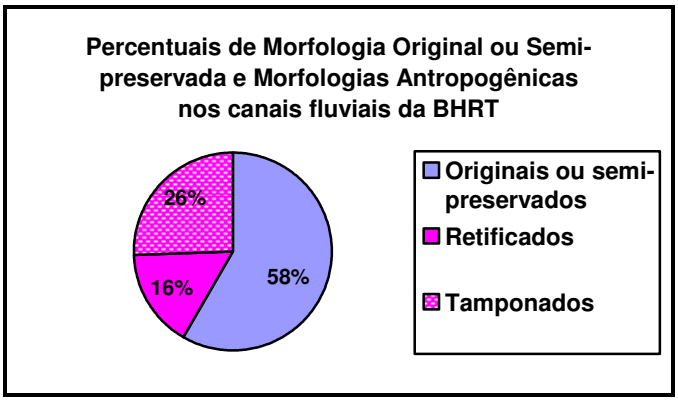


Gráfico 40 Morfologia original ou semi-preservada e morfologias antropogênicas dos canais fluviais, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz – Caccia Gouveia, I.C.

7.2 MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS RELACIONADAS AO ESTÁGIO INICIAL DE URBANIZAÇÃO

As mudanças antropogênicas decorrentes da urbanização, quer sejam através da modificação das formas ou da substituição de materiais superficiais, modificam de maneira radical e irreversível o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, os processos morfodinâmicos no sistema físico, sobretudo numa bacia hidrográfica em meio tropical úmido, onde a dinâmica de circulação da água (na superfície, subsuperfície e atmosfera) desempenha papel fundamental.

A retirada da cobertura vegetal, passo inicial para o assentamento urbano, já implica em significativa mudança no ciclo hidrológico e no balanço morfodinâmico. A ausência da cobertura vegetal restringe (e, em alguns casos, elimina) a participação da evapotranspiração no ciclo, e diminui a capacidade de infiltração da água no solo reduzindo, portanto, a

circulação de água em subsuperfície e o abastecimento do lençol freático. Ao passo que a infiltração diminui, aumenta o escoamento superficial.

Em termos hidrodinâmicos, o aumento do escoamento superficial implica em diminuição no tempo de concentração da água na bacia hidrográfica, isto é, o volume precipitado drena mais rapidamente para as partes inferiores da bacia, atingindo os canais fluviais que, em períodos de chuvas freqüentes ou intensas, acabam transbordando. Por outro lado, a diminuição da infiltração de água no solo implica na redução da capacidade de armazenamento nas micro-bacias, acentuado diferenças sazonais no regime hídrico, ou seja, nos períodos de estiagens, a vazões são drasticamente reduzidas.

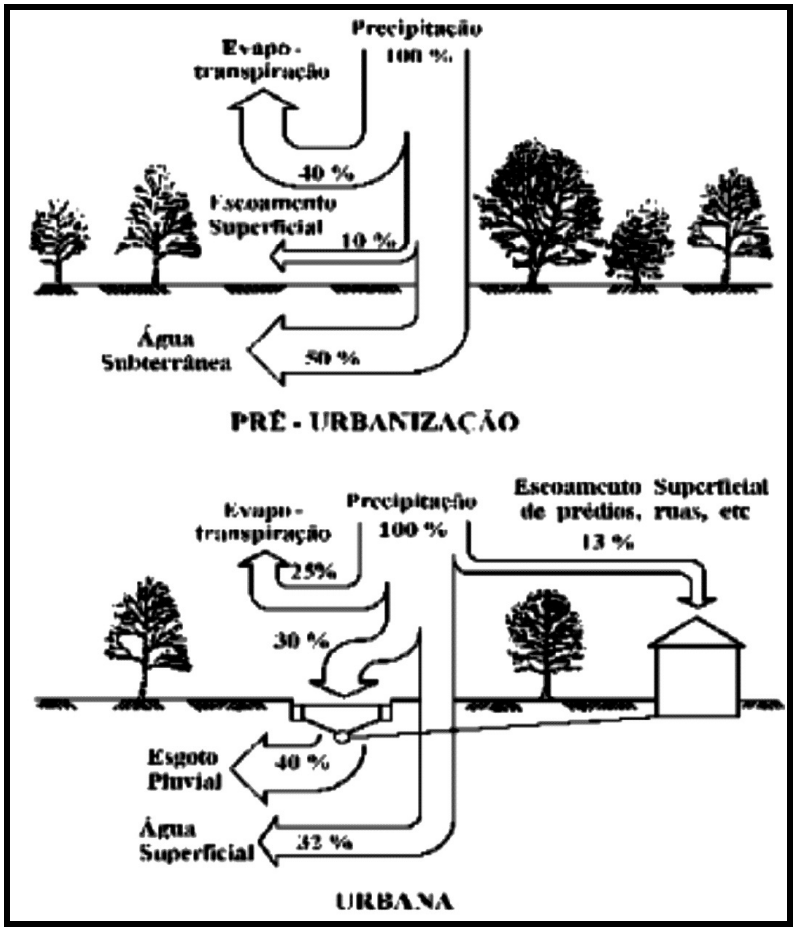


Figura 31 Efeitos sobre as variáveis do ciclo hidrológico devido à urbanização.
Fonte: OECD (1986) apud Tucci & Bertoni (2003)

Com relação aos processos morfodinâmicos, o solo, desprovido de proteção, torna-se vulnerável ao impacto das chuvas, e os processos erosivos se deflagram. Por sua vez, todo o

material erodido é rapidamente transportado pelos fluxos pluviais e, ao atingir os cursos d'água, ali se depositam, reduzindo a capacidade de vazão dos mesmos e conseqüentemente, aumentando a ocorrência de inundações. À medida que os processos naturais de infiltração e escoamento superficial são modificados e os cursos d'água são assoreados, eventos pluviométricos de menor intensidade e duração vão se tornando suficientes para acarretarem inundações, isto é, a freqüência e magnitude de inundações aumentam.

Conforme explicam Tucci & Collischonn (2000c), as taxas de erosão variam de acordo com a fase de urbanização:

> Tradicionalmente os loteamentos urbanos são precedidos por intensa atividade de retirada da cobertura vegetal, movimentação de volumes de terra e desestruturação da camada superficial de solo. Em bacias urbanas a alteração de uso do solo é definitiva, o solo, e até o subsolo, ficam expostos para erosão no lapso de tempo entre o início do loteamento e o fim da ocupação. Quando a bacia urbana está completamente ocupada e o solo praticamente impermeabilizado, a produção de sedimentos tende a decrescer.
> Dawdy (1967) descreve o caráter transitório do crescimento da produção de sedimentos de uma bacia durante a urbanização. Os valores se referem a uma bacia de Maryland nos EUA, onde a produção de sedimentos máxima foi de cerca de 50 vezes maior que a produção original, e coincidiu com a época de máxima atividade de ocupação e construção na bacia. (p. 116)

À medida que a ocupação urbana em uma bacia hidrográfica vai se consolidando, a tendência é que as taxas de produção de sedimentos diminuam. Desse modo, o que se verifica é um incremento na taxa de produção de sedimentos nas fases iniciais da urbanização, atingindo seu máximo no período de perturbação ativa para, em seguida, regredirem.

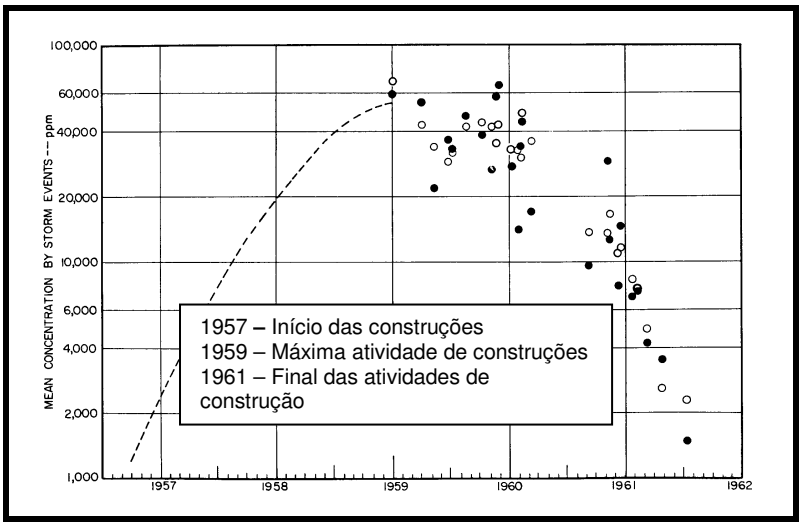


Gráfico 41 Variação da produção de sedimentos em decorrência do desenvolvimento urbano
Fonte: Dawdy (1967) apud Tucci & Collischonn (2000c)

Desse modo, Tucci (2003a) in Tucci & Bertoni (2003), identifica três estágios diferenciados da urbanização, em função das taxas de produção de sedimentos ou materiais sólidos:

> No desenvolvimento urbano são observados alguns estágios distintos da produção de material sólido na drenagem urbana, que são os seguintes:
> *No estágio inicial,* quando ocorre modificação da cobertura da bacia, pela retirada da sua proteção natural, o solo fica desprotegido e a erosão aumenta no período chuvoso, aumentando também a produção de sedimentos. Exemplos desta situação são: enquanto um loteamento é implementado o solo fica desprotegido; na construção de grandes áreas ou em lotes ocorre grande movimentação de terra, que é transportada pelo escoamento superficial. Nesta fase existe predominância dos sedimentos e pequena produção de lixo;
> *No estágio intermediário:* parte da população está estabelecida e ainda existe importante movimentação de terra devido a novas construções. A produção de lixo se soma ao processo de produção de sedimentos;
> *No estágio final:* nesta fase praticamente todas as superfícies urbanas estão consolidadas e apenas resulta produção de lixo urbano, com menor parcela de sedimentos de algumas áreas de construção ou sem cobertura consolidada. (p.. 29)

No caso da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, em função de suas dimensões e da dinâmica de ocupação urbana que nela se processa, caracterizada pela expansão periférica da RMSP, as taxas de produção de sedimentos ainda são significativas. Embora grande parte da bacia já esteja urbanizada (cerca de 92%), a urbanização em estágio inicial, mais restrita aos trechos superiores da bacia, muito contribui na produção de sedimentos, pois corresponde aos terrenos cristalinos, cujos solos são bastante suscetíveis aos processos erosivos. Também por configurarem-se em terrenos de declividades acentuadas, sofrem cortes e aterros, para a instalação de moradias. As ações de terraplenagens implicam na remoção das camadas superiores dos solos - mais estruturadas e, além de exporem os materiais mais susceptíveis (horizonte C), implicam em mudanças na geometria das vertentes, alterando o equilíbrio e, ocasionando inclusive, movimentos de massa.

Assim, no Mapa da Morfologia Antropogênica **(Mapa 7)**, considerou-se como morfologia antropogênica referente ao "estágio inicial de urbanização", as áreas que correspondem a "Loteamentos desocupados ou em processo de ocupação", pois, geralmente, se constituem em áreas desprovidas de cobertura vegetal e arruadas, onde o escoamento

superficial contribui para elevadas taxas de produção de sedimentos. De acordo com EMPLASA (2002), tal categoria corresponde às áreas arruadas com até 10% de ocupação, podendo estar localizadas dentro da área urbanizada, na periferia, ou isoladas. São caracterizadas, necessariamente, por um conjunto de arruamento, podendo este ser geométrico ou irregular, sobre solo com ou sem cobertura vegetal. Na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupam 0,34 % da área, sendo que aproximadamente 81,5 % localizam-se em terrenos cristalinos, 16% nos terrenos sedimentares; 1,0% nos terraços fluviais e, 1,5% em planícies de inundação.

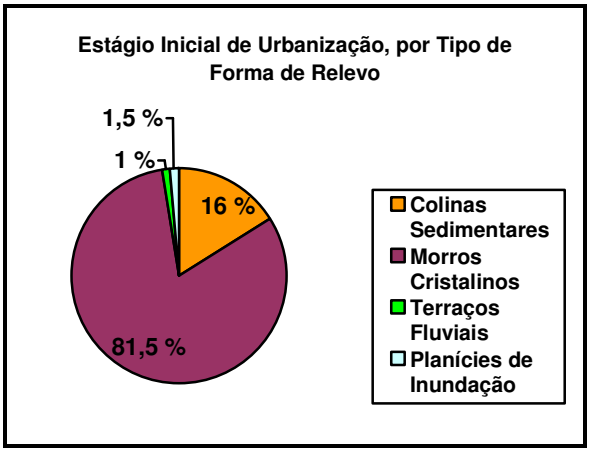


Gráfico 42 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Estágio Inicial de Urbanização", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Santos (2002), aponta que a expansão urbana na RMSP, ao extravasar os limites dos terrenos sedimentares e alcançar os terrenos cristalinos, cujas declividades são mais acentuadas e os solos mais vulneráveis à erosão,

> Vem se processando, via-de-regra, através de intensas e extensas terraplenagens e de exposições cada vez maiores e mais prolongadas dos solos de alteração aos processos erosivos, em uma prática nociva e nada criativa do ponto de vista técnico, de privilegiar, persistentemente, a adaptação dos terrenos aos projetos ao invés de adequar os projetos às características naturais dos terrenos. (p.1)

Face às colocações acima, há que se considerar ainda que, além das frentes de expansão rumo às cabeceiras das nascentes da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, outras áreas já ocupadas (estágio final de urbanização) podem ainda passar por requalificações de uso ou implantações de infra-estruturas, o que também poderá implicar em grandes obras de

terraplenagens e prolongadas exposições de materiais. Como exemplo, pode-se citar pequeno trecho das obras do Rodoanel Trecho Sul - nas cabeceiras do Córrego dos Meninos, em fase de conclusão e o Trecho Leste, com início previsto para breve e cujo traçado passa próximo às nascentes do Rio Tamanduateí.

Santos (2002) aponta ainda, as conseqüências econômicas decorrentes dos processos erosivos na Região Metropolitana de São Paulo.

> Nos últimos quatro anos o Estado gastou, em números redondos, perto de R$24.000.000,00 no desassoreamento do rio Tietê, retirando algo em torno de 6.000.000 m³ de sedimentos e lixo, conforme dados do próprio DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, órgão público responsável pelas operações. As despesas só não foram maiores porque praticamente se desistiu do desassoreamento do lago da Barragem da Penha.
> Os municípios envolvidos na RMSP, em suas operações de desobstrução e limpeza de drenagens naturais e construídas gastam anualmente algo na ordem de R$180.000.000,00, segundo avaliação realizada pela Prefeitura Municipal de São Paulo.
> A contabilização de prejuízos patrimoniais e dispêndios públicos e privados envolvidos no enfrentamento de enchentes advindas do assoreamento de drenagens é muito difícil de ser calculada. Pode-se estimá-la, no entanto, em um patamar anual médio de algo em torno de R$20.000.000,00. Outra enorme despesa, mas também muito difícil de ser contabilizada, refere-se à imobilização patrimonial de extensas áreas públicas hoje utilizadas para a disposição do material resultante das operações de desassoreamento; que levam consigo, aliás, enorme carga poluidora para esses locais.(SANTOS, 2002, p 2)

7.3 MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS RELACIONADAS AO ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO DE URBANIZAÇÃO

Esse estágio de urbanização, no caso da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, corresponde às áreas de favelas que, embora bastante impermeabilizadas em função da alta densidade de habitações, na maioria das vezes não possuem pavimentação de ruas e sistemas de micro-drenagem. Assim, no solo exposto dos arruamentos, geralmente se verificam processos erosivos lineares que formam sulcos e ravinamentos, sendo portanto, também consideradas áreas fontes de sedimentos. Ressalta-se ainda que, na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, grande parte dessa categoria localiza-se nos terrenos cristalinos (69%), correspondendo a áreas de declividades acentuadas onde a execução de cortes e aterros para a instalação de moradias é bastante usual. Nos terrenos sedimentares localizam-se 26% do total,

enquanto cerca de 5% estão assentadas sobre áreas de planície de inundação. Representam 3,38% da área total da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí.

De acordo com definição da EMPLASA (2002), a classe de uso e ocupação do solo "favela" é "conjunto de unidades habitacionais (barracos, casas de madeira ou alvenaria) dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. O sistema viário é constituído por vias de circulação estreita e de alinhamento irregular". Na maioria dos casos, não possuem pavimentação nas ruas, nem sistemas de drenagem de águas pluviais, esgotamento sanitário e coleta sistemática de lixo.

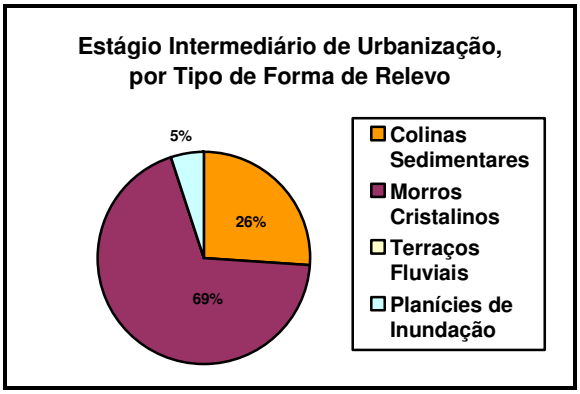


Gráfico 43 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Estágio Intermediário de Urbanização", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

7.4 MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS RELACIONADAS AO ESTÁGIO FINAL DE URBANIZAÇÃO

A esse estágio de urbanização, correspondem as áreas urbanas consolidadas, altamente impermeabilizadas, geralmente dotadas de infra-estruturas que, por sinal, predominam na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupando aproximadamente 82,4% do total da área. O gráfico abaixo apresenta a distribuição dessa categoria de morfologia antropogênica, por Tipo de Forma de Relevo.

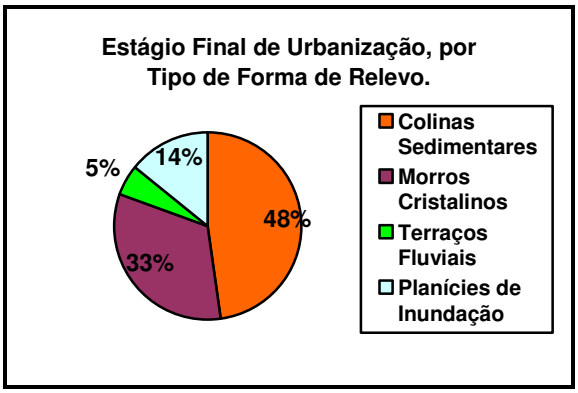


Gráfico 44 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Estágio Final de Urbanização", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

À medida que a urbanização, numa bacia hidrográfica, se intensifica e se consolida, a participação do escoamento superficial na hidrodinâmica se torna ainda mais significativa. A impermeabilização das superfícies (edificações, pavimentação de lotes e vias de circulação), a instalação de condutos pluviais e o próprio arruamento, diminuem drasticamente a infiltração de água no solo e, por outro lado, aceleram a velocidade dos fluxos de escoamento superficial, reduzindo o tempo de concentração de água na bacia e antecipando vazão de pico.

Tucci (2000b), a partir de estudos de diversas bacias hidrográficas em situações urbanas e periurbanas, concluiu que, na média, para cada 10% da área da bacia impermeabilizada, ocorre cerca de 100% de aumento no coeficiente de escoamento de cheia e no volume de escoamento superficial.

Tucci (2000a), analisando pequenas bacias, chegou aos seguintes indicadores:

- Um habitante produz cerca de 49m² de área impermeável numa bacia;

- Apenas o arruamento produz aumento do volume e do coeficiente de escoamento da ordem de 260%; e,

- Para cada 13% de ocupação com área impermeável no lote, ocorre aumento de 115% no coeficiente de escoamento.

O autor adverte que tais números são médios, mas permitem analisar o impacto quantitativo das ações da urbanização numa bacia hidrográfica.

Conforme se observa no gráfico 45, mudanças antropogênicas decorrentes da urbanização tais como a impermeabilização e a instalação de sistemas de drenagem podem aumentar a vazão de uma bacia hidrográfica em seis ou sete vezes, segundo Leopold (1968)[78] apud Tucci (2003a) in Tucci & Bertoni (2003).

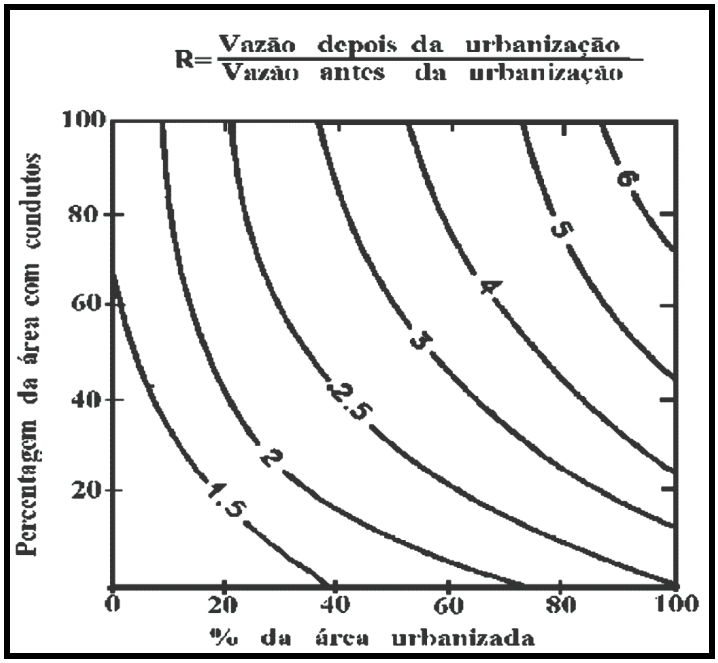


Gráfico 45 Aumento da vazão média de inundação em função da área impermeável e da canalização do sistema de drenagem.
As curvas fornecem o valor de R, aumento da vazão média de inundação em função da área impermeável e da canalização do sistema de drenagem.
Fonte: Leopold (1968) apud Tucci & Bertoni (2003)

No caso da Bacia do Rio Tamanduateí, essa relação é ainda mais acentuada. De acordo com DAEE (2008), na época do primeiro projeto de canalização, em 1890, a vazão prevista era de 30m³/s, na foz do rio Tamanduateí; e, no segundo projeto, em 1930, a vazão dobrou para 60m³/s. O projeto final executado, em 1978, tinha que suportar uma vazão de 484m³/s. Simulações realizadas pelo CTH (Centro Tecnológico de Hidráulica-USP), ainda nos anos 90, indicavam que, se a expansão da mancha urbana continuasse, com a bacia totalmente

[78] LEOPOLD, L.B.,1968. *Hydrology for Urban Planning* - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.

impermeabilizada, a vazão na foz poderia ultrapassar 800m³/s. Atualmente, admite-se que em alguns eventos a vazão pode chegar a 700 m³/s[79]. (TRAVASSOS, 2008).

Considerando esses dados disponíveis, referentes à vazões de projeto[80] obtêm-se o seguinte resultado:

$$R = \frac{\text{Vazão de projeto (1978)}}{\text{Vazão de projeto (1890)}} = \frac{484\ m^3/s}{30\ m^3/s} = 16,1$$

Tal aumento (da ordem de 16 vezes) nas vazões de projeto consiste em evidência indicativa de aumento de vazões máximas extremas.

Aplicando o mesmo raciocínio e admitindo que o valor da vazão de projeto de 1978 já se encontra superado, sendo que, conforme apontou Travassos (2008), em alguns eventos a vazão máxima foi superior a 700 m³/s, obtêm-se o seguinte resultado:

$$R = \frac{\text{Vazão máxima atual (inferida)}}{\text{Vazão de projeto (1890)}} = \frac{700\ m^3/s}{30\ m^3/s} = 23,3$$

Ou seja, nesse caso, pode-se supor que a vazão máxima extrema aumentou mais de 23 vezes.

Cabe ressaltar ainda que, no caso da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, tal acréscimo não pode ser atribuído apenas à impermeabilização e instalação de condutos. Contribuem também para esse incremento, as inúmeras canalizações e retificações dos afluentes do rio Tamanduateí, bem como *"inputs"* ou entradas de água de outras bacias hidrográficas pelo sistema de abastecimento público.

---

[79] De acordo com CETESB (2008), atualmente as avaliações de vazões na RMSP são realizadas a partir de monitoramentos específicos ou, no caso do Rio Tietê e canal do Pinheiros, através de estruturas hidráulicas que integram o sistema Tietê-Billings, operados pela EmaE. Tecnicamente, o estabelecimento de curvas cota-vazão, tornou-se inviável devido a alterações promovidas nos leitos dos rios pelo constante processo de assoreamento e desassoreamento e, por outro lado, as réguas e linígrafos instalados exigem constante manutenção dada a natureza química e biológica das águas e, durante as épocas de chuvas, são danificados pelos detritos carreados, ou então, levados pelas enxurradas.

[80] Vazão de projeto pode ser estimada com base em séries de vazões históricas ou através de séries de precipitação (chuvas) junto com modelos hidrológicos do tipo precipitação-vazão. (Villela & Mattos, 1975)

Outro aspecto muito importante da urbanização, principalmente quando se refere especificamente à Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, é a ocupação das planícies de inundação.

De acordo com Christofoletti (1980),

> As planícies de inundação, conhecidas como várzeas na toponímia popular do Brasil, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas. A designação é apropriada porque nas enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio. (p. 75)

Ainda segundo o mesmo autor,

> O estágio de margens plenas assinala a descontinuidade entre o sistema canal fluvial e o sistema planície de inundação. Até atingir o estágio de margens plenas, o escoamento das águas se processa no interior do canal e origina diversas formas topográficas. Ultrapassando o estágio de margens plenas, considerado como igual ao débito de 1,58 anos de intervalo de recorrência, as águas espraiam-se e há relacionamento diferente entre as variáveis da geometria hidráulica. (p.76)

Tricart (1966), analisando a freqüência das cheias e a forma dos canais fluviais, apresentou a seguinte classificação:

- Leito menor: Corresponde à parte do canal ocupada, freqüentemente, pelas águas;

- Leito de vazante: Parte do canal ocupada durante o escoamento das águas de vazante. Encaixado no leito menor, corresponde ao leito que escoa os menores volumes de água, nos períodos de estiagem;

- Leito maior: Ocupado pelas águas durante as cheias, constituí-se pelo conjunto formado pelo leito menor e a planície de inundação. Sua largura é definida em função das cheias. Desse modo, pode-se ainda distinguir o leito maior periódico ou sazonal, ocupado pelo menos uma vez ao ano, durante o verão. Dependendo do intervalo de ocorrência de inundação, é possível a fixação e crescimento de vegetação herbácea; e, o leito maior excepcional, ocupado esporadicamente, apenas durante eventos de grande magnitude.

Quando Christofoletti (1980), menciona o “estágio de margens plenas”, refere-se à vazão restrita ao leito menor, sem extravasamento para a planície de inundação.

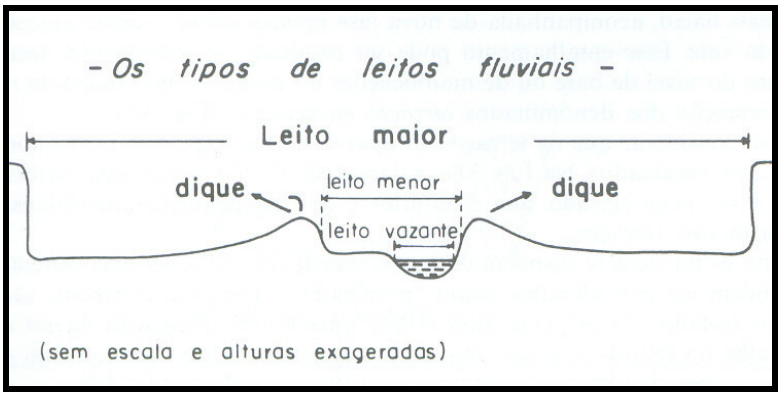


Figura 32 Tipos de leitos fluviais, notando-se a distinção entre o leito de vazante, o menor e o maior.
Fonte: Christofoletti (1980)

FCTH (1999) ressalta que,

> As várzeas, embora estejam com menor freqüência sob as águas, fazem parte dos cursos naturais, tanto quanto a sua calha principal. Por esta razão, em geomorfologia a várzea também recebe a denominação de leito maior ou secundário. As funções primárias de um curso d'água e de sua várzea associada são a coleta, armazenamento e veiculação das vazões de cheias. Essas funções não podem ser relegadas a um plano secundário em favor de outros usos que se possa imaginar para as várzeas, sem a adoção de medidas compensatórias normalmente onerosas. Respeitada essa restrição, as várzeas têm a potencialidade de contribuir para a melhoria da qualidade da água e do ar, a manutenção de espaços abertos, a preservação de ecossistemas importantes e acomodação de redes de sistemas urbanos adequadamente planejados. (p.12)

Tucci (2003 b) afirma que,

> O leito maior pode ter diferentes lances, de acordo com a seção transversal considerada e a topografia da várzea inundável. Esse leito, o rio costuma ocupar durante as enchentes. Quando o tempo de retorno de extravasamento do leito menor é superior a 2 anos, existe a tendência da população em ocupar a várzea nas mais diversas e significativas formas socioeconômicas. Essa ocupação gera, por ocasião das cheias, danos de grande monta aos ocupantes dessas áreas e, também, às populações a montante, que são afetadas pelas elevações de níveis decorrentes da obstrução ao escoamento natural causada pelos primeiros ocupantes. (p. 89)

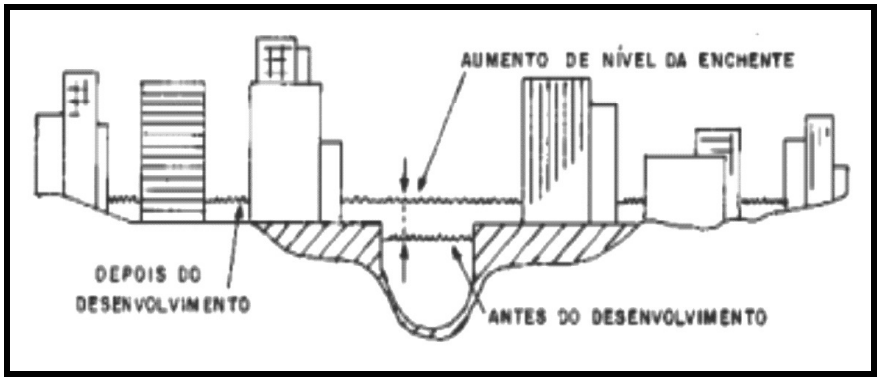


Figura 33 Ocupação da várzea
Fonte: Tucci (2003b) in Tucci & Bertoni (2003)

O mesmo autor, adverte que

> Quando a população ocupa o leito maior, que são áreas de risco, os impactos são freqüentes. Essas condições ocorrem, em geral, devido às seguintes ações:
> - como no Plano Diretor Urbano da quase totalidade das cidades da América do Sul, não existe nenhuma restrição quanto ao loteamento de áreas de risco de inundação, a seqüência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários loteiem áreas inadequadas;
> - invasão de áreas ribeirinhas, que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda;
> - ocupação de áreas de médio risco, que são atingidas com freqüência menor, mas que quando o são, sofrem prejuízos significativos.
> Os principais impactos sobre a população são:
> - prejuízos de perdas materiais e humanas;
> - interrupção da atividade econômica das áreas inundadas;
> - contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera, entre outras;
> - contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, estações de tratamentos entre outros.(Tucci, 2003 a, p. 31-32)

Tucci (2003a) ressalta que o gerenciamento atual não incentiva a prevenção destes problemas, já que à medida que ocorre a inundação o município declara calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido, e não necessita realizar concorrência pública para gastar. "Como a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não-estruturais que envolvem restrições à população, dificilmente um prefeito buscará este tipo de solução porque geralmente a população espera por uma obra".(p.32).

7.5 OUTRAS MORFOLOGIAS ANTROPOGÊNICAS

Além das morfologias antropogênicas diretamente relacionadas à modalidade de intervenção antrópica "urbanização", destacam-se ainda, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, outras morfologias antropogênicas presentes no subsistema das vertentes, tais como "Áreas de Solo Exposto/Movimento de terra"; "Mineração" e "Depósitos Tecnogênicos". Ou ainda, relacionadas ao subsistema fluvial, tais como "cursos d'água retificados"; "cursos d'água tamponados" e "reservatórios de detenção".

Embora essas categorias, em alguns casos, não se relacionem necessariamente à urbanização, no caso da RMSP e, especificamente, da Bacia Hidrográfica do Rio

Tamanduateí, observam-se relações, ainda que indiretas, destas com o processo de urbanização.

7.5.1 Áreas de solo exposto/movimento de terra

As áreas mapeadas como **"Áreas de solo exposto/movimento de terra"** podem referir-se a áreas destinadas a cultivos agrícolas, ou ainda áreas de reflorestamentos recém-desmatadas ou recém-cultivadas. No entanto, pode tratar-se de áreas onde serão implantados loteamentos e/ou áreas industriais ou comerciais, constituindo, neste caso, em morfologia antropogênica do "Estágio Inicial de Urbanização". Por outro lado, tais áreas podem vir a ser abandonadas, quer seja pelo simples mudança da intenção inicial de uso ou ainda, por exemplo, em função de restrições ambientais (embargo da área por desmatamento sem licenciamento ambiental). Nestes casos, dependendo do grau de resiliência, a área pode voltar a ter cobertura vegetal, através do processo de regeneração natural.

Independentemente dos futuros usos aos quais essas áreas serão destinadas, tais morfologias antropogênicas implicam em mudanças nas formas, nos materiais superficiais e, conseqüentemente, nos processos. A retirada da cobertura vegetal e a supressão de horizontes de solo, ao induzir o aumento do escoamento superficial, contribui para elevadas taxas de produção de sedimentos.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, as "áreas de solo exposto/movimentos de terra" representam cerca de 1,3% da área total, sendo que 41% localizam-se em terrenos cristalinos, 36 % em terrenos sedimentares, 20% em planícies de inundação e, 3% em terraços fluviais.

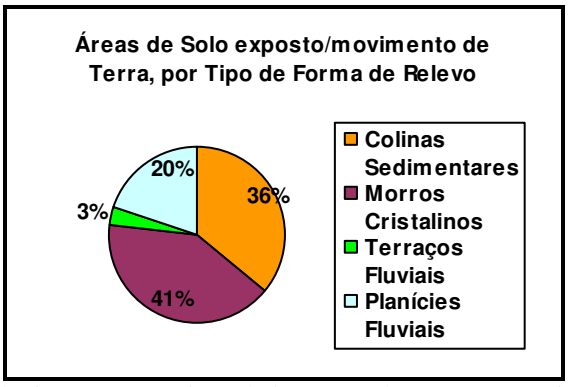


Gráfico 46 Distribuição da Morfologia Antropogênica relativa ao "Solo Exposto/Movimento de Terra", por Tipo de Forma de Relevo, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

7.5.2 Mineração

Embora a atividade de **"mineração"** seja considerada, por alguns autores, como sendo uma outra modalidade de intervenção antrópica, distinta da urbanização[81], entendemos que, no caso da RMSP, ela está intimamente relacionada à urbanização, uma vez que toda a atividade mineraria destina-se à atender as demandas da construção civil (areia, brita e argila), na própria RMSP.

A atividade de mineração é responsável por uma série de impactos ambientais, decorrentes de modificações nas formas, materiais e processos, conforme aponta Teixeira (1992).

O início da atividade de mineração, do mesmo modo que a urbanização, pressupõe a retirada da cobertura vegetal modificando, portanto, os processos hidrodinâmicos e morfodinâmicos.

Em termos de mudanças morfológicas, a atividade modifica drasticamente a topografia através do decapeamento, da extração, construção de diques e barragens, de obras de

[81] Em relação às intervenções que promovem mudanças geomorfológicas, a ação antrópica, deve ser entendida como um conjunto de modalidades de intervenções. De acordo com Nir (1983) tais modalidades são representadas pelo desmatamento, atividades de pastoreio e agricultura, mineração, intervenções lineares (ferrovias, pontes, rodovias, etc), intervenções no sistema hidrológico (retificações, represamentos e diques), e processos decorrentes da *urbanização*.

terraplenagem, de modificações na rede de drenagem, da formação de lagoas e da deposição de rejeitos.Com relação aos materiais, a atividade promove o revolvimento do solo, a desestruturação de seus horizontes e aumento da compactação.

Como resultado, os processos hidrodinâmicos em superfície, subsuperfície e subterrâneos são modificados. A dragagem de areia em leito de rio, por exemplo, promove o rebaixamento da calha do rio e provoca a modificação das condições de escoamento, podendo desestabilizar as margens. O decapemento e extração mineral podem promover a interceptação do lençol freático, rebaixando seu nível e modificando a dinâmica de recarga subterrânea.

Também os processos morfodinâmicos sofrem modificações em função da atividade de mineração. O decapeamento de áreas, abertura de vias de acesso, a execução de "bota-foras", diques, barragens e obras de terraplenagem, ao desagregarem e exporem os solos, os tornam suscetíveis aos processos erosivos e, como conseqüência, podem causar o assoreamento de cursos d'água. Além disso, a conformação de taludes subverticais pode implicar em instabilidade, podendo ocorrer escorregamentos.

Na bacia hidrográfica do rio Tamanduateí foram identificadas quatro áreas de mineração: duas no município de Mauá, sendo uma de pequenas dimensões localizada próxima a um afluente da margem direita do rio Tamanduateí, em área de planície de inundação; e outra, próxima ao divisor de água da bacia hidrográfica, em área de nascentes do Ribeirão Serraria. Além destas, observou-se uma no município de Santo André, em área de nascentes do Ribeirão Guarará; e, por último, uma no município de São Bernardo do Campo, também próxima ao divisor de água da bacia hidrográfica do rio Tamanduateí, em área de nascentes do Córrego do Silvina. Essa morfologia antropogênica corresponde a 0,29% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, ocupando aproximadamente 0,98 Km^2.

7.5.3 Depósitos Tecnogênicos

Tucci (2003) in Tucci & Bertoni (2003) adverte que, embora a produção de sedimentos possa reduzir à medida que a bacia é urbanizada e a densificação consolidada, outro sério problema tende a surgir: a produção de lixo que obstrui ainda mais a drenagem, além de deteriorar as condições ambientais. Esse problema, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, embora atualmente bastante acentuado, não é resultante da consolidação da urbanização. Como já mencionado, a prática de lançar resíduos nos cursos d'água nessa área, remonta aos primórdios da ocupação da vila piratiningana, ainda no século XVI.

> A produção de lixo *coletada* no Brasil é da ordem de 0,5 a 0,8 kg/ pessoa/dia, mas não existem informações sobre a *quantidade de lixo que fica retida na drenagem*. Mesmo a nível internacional as informações são reduzidas.
> Em San José, Califórnia o lixo que *chega na drenagem* foi estimado em 4 lb/pessoa/ano. Após a limpeza das ruas resultam 1,8 lb/pessoa/ano na rede (Larger et al, 1977). Para o Brasil este volume deve ser maior, considerando que muitas vezes a drenagem é utilizada como destino final de resíduos sólidos.
> Na última década houve um visível incremento de lixo urbano devido as embalagens plásticas que possuem baixa reciclagem. Os rios e todo o sistema de drenagem ficam cheios de garrafas tipo *pet*, além das embalagens de plásticos de todo o tipo.
> As principais conseqüências ambientais da produção de sedimentos são as seguintes: assoreamento das seções de canalizações da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos. (TUCCI, 2003, p. 24-25)

Considerando-se a ausência do serviço público de coleta de lixo em algumas áreas, tais como aquelas aqui consideradas como de "Estágio Intermediário de Urbanização"**;** ou a deficiência desse serviço em outras e, obviamente, a prática de grande parte da população - de "afastamento" dos resíduos de forma irresponsável -, a disposição do lixo na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, assim como em todas as áreas urbanas, constitui-se em um sério problema ambiental. Além de implicar em contaminação dos recursos hídricos e dos solos e, conseqüentemente, em riscos à saúde pública; os resíduos sólidos constituem-se também, em termos de sistemas físicos, em materiais adicionais que interferem diretamente na hidrodinâmica e na morfodinâmica.

Em termos de hidrodinâmica o lixo, em áreas urbanizadas, contribui para a ocorrência e agravamento de enxurradas e enchentes, uma vez que causam a obstrução de sistemas de drenagem e dos cursos d'água. Em termos de morfodinâmica o lixo também desempenha importante papel, contribuindo para a ocorrência de deslizamentos de terra, uma vez que, a ser depositado em encostas íngremes, quando encharcado durante os períodos de chuvas, exerce peso adicional sobre o terreno, rompendo o equilíbrio das vertentes.

Embora cientes de que esses problemas ocorram de forma generalizada na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, em função da natureza cartográfica desse estudo, a questão dos resíduos sólidos é tratada aqui enquanto depósitos (morfologia e materiais antropogênicos), cujas dimensões são passíveis de mapeamento. Assim, os **"depósitos tecnogênicos"** correspondem exclusivamente à aterros sanitários, uma vez que não foram identificados, na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, lixões ou depósitos de entulhos, de dimensões compatíveis à escala do mapeamento. Desse modo, no Mapa da Morfologia Antropogênica, apenas duas áreas foram delimitadas embora, certamente existam inúmeros outros depósitos de dimensões menores.

Uma das áreas identificadas situa-se no município de Mauá, e a outra, no município de Santo André. Ambas situam-se em áreas de cabeceiras de nascentes de afluentes da margem esquerda do Rio Tamanduateí. Tais áreas correspondem à aproximadamente, 0,27% da área total da bacia hidrográfica, ocupando cerca de 0,6 Km².

De acordo com Tucci (2003) in Tucci & Bertoni (2003),

> Aterros sanitários contaminam as águas subterrâneas pelo processo natural de precipitação e infiltração. Deve-se evitar que sejam construídos aterros sanitários em áreas de recarga e deve-se procurar escolher as áreas com baixa permeabilidade. Os efeitos da contaminação nas águas subterrâneas devem ser examinados quando da escolha do local do aterro. (p. 96)

Além dos efeitos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a localização desses depósitos, em anfiteatros de nichos de nascentes, tem sérias implicações em termos

morfodinâmicos.Rodrigues (2004), referindo-se aos estudos que realizou em 1989, sobre um deslizamento de terra, de grandes proporções, que vitimou crianças, na favela Nova República, no município de São Paulo, também alertava sobre a fragilidade de aterros em concavidades.Os aterros por constituírem-se em camadas de materiais diversos, ainda que formados apenas por materiais inertes, apresentam diversas descontinuidades internas. Essas características, quando associadas à hidrodinâmica natural de elementos côncavos de vertentes declivosas, que apresentam tendência à convergência de fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais e infiltração, podem deflagrar movimentos de massa.

No caso de aterros sanitários, os riscos associados são ainda mais potencializados, uma vez que a presença de matéria orgânica e materiais como plástico, por exemplo, contribuem ainda mais para a baixa compactação da área, pois à medida que vão se degradando criam "vazios", aumentando as descontinuidades internas. Além disso, a matéria orgânica em decomposição produz gases que podem ocasionar incêndios e explosões que, por sua vez, também contribuem para a deflagração de movimentos de massa[82].

7.5.4 Morfologias antropogênicas relacionadas ao subsistema fluvial (Lagos, Lagoas e Pequenos Reservatórios; Cursos d'água retificados; Cursos d'água tamponados e Reservatórios de Detenção)

Coltrinari (1996b), em um pequeno artigo intitulado "De rios e homens", publicado em um informativo da AGB (Associação dos Geógrafos Brasileiros), ao tratar da questão das intervenções antrópicas em bacias hidrográficas urbanas resgata afirmações de Leonardo da Vinci.

> " *Um rio a ser desviado deve ser persuadido, não coagido com violência"*. Quando Leonardo da Vinci escreveu essa frase demonstrava seus conhecimentos de hidráulica e sua preocupação pela qualidade das obras públicas em canais. É também dele a afirmação de que cada vale é escavado por seu rio, sendo a relação entre os vales a mesma que há entre os rios. Isto é, há um ajuste preciso entre a vazão, as dimensões dos canais e das planícies de inundação. O canal de estiagem

[82] No momento em esse estudo estava sendo finalizado, em abril de 2010, no município de Niterói (RJ), uma grande superfície de aterro sanitário desativado e ocupado por moradias, no Morro do Bumba, desliza, contabilizando, segundo a imprensa, a morte de 48 pessoas.

> serpenteia no fundo do talvegue, enquanto as várzeas denotam os volumes das cheias decenais ou seculares. [...]
> Essa é, hoje, uma situação cada vez mais difícil de ser registrada. A extensão e intensidade das transformações no uso da terra e da água nas bacias fluviais foi muito além da coação violenta rejeitada por Leonardo, em particular nas áreas urbanas e nas metrópoles do Terceiro Mundo. (COLTRINARI, 1996, p.1)

Como se pôde constatar no resgate histórico das intervenções antrópicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, desde o início do século XIX os cursos fluviais -, em especial o Rio Tamanduateí – e as planícies de inundação, têm sido alvo de inúmeras obras.

Inicialmente foram executados represamentos para a captação de água para o abastecimento e inúmeros canais e valas foram abertos na planície de inundação do Rio Tamanduateí, com o intuito de "melhorar" o escoamento das águas ou, ainda, em alguns casos, servir-se delas para a irrigação. Por essa época, o rio era fonte de vida.

Ainda se verificam alguns **lagos, lagoas e pequenos reservatórios**, na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, no entanto, nenhum deles é atualmente utilizado para o abastecimento público. Os lagos formados no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, como já mencionado, foram implantados para atender as demandas de abastecimento ainda no século XIX. Os demais, cumprem a função de armazenamento de águas para o uso industrial (no caso, por exemplo, daqueles localizados na Refinaria Capuava, no município de Mauá), uso agrícola, ou são resultantes de atividades de mineração, ou ainda, estético-recreacional, como é o caso do lago do Parque da Aclimação e Parque Zoológico de São Paulo. Todos esses corpos d'água ocupam 0,7 Km^2 da área da bacia hidrográfica.

Essas formas de intervenções implicam em mudanças na dinâmica dos cursos d'água. Mudanças essas que não se limitam apenas à área próxima ao reservatório ou à faixa inundada.

Segundo Cunha (1994), à montante da barragem, em razão da elevação do nível de base, a forma do canal é alterada assim como também, sua capacidade de transporte, provocando o assoreamento do vale e, conseqüentemente, do próprio reservatório. Ao mesmo

tempo, a jusante do reservatório, em função da mudança nas taxas de descargas líquidas e de sedimentos, o regime do rio sofre significativas modificações que podem implicar em mudanças nos processos de canal, tais como o entalhe do leito, erosão de margens e deposição à jusante.

Quando os cursos d'água já se encontravam comprometidos em função dos despejos que neles se faziam, eles passaram a ser vistos como obstáculos e transtornos. As inundações periódicas das várzeas, antes admiradas como um espetáculo da natureza, transformaram-se em focos de doenças. A impressão de segurança que se tinha quando águas cercavam a colina, transforma-se em sensação de isolamento.

De repente, os homens deixaram de admirar a beleza dos meandros serpenteando, livres pelas várzeas. Resolveram endireitar seu curso e conquistar suas terras. Foi preciso, então, disciplinar as águas que divagavam pela vastidão da planície, e fixar sua foz para que o rio corresse mais rápido e carregasse para longe as imundícies.

Esse paradigma de "escoar a água o mais rápido possível" norteou por muito tempo e, praticamente ainda norteia, toda a política e os projetos técnicos de drenagem urbana, na maioria das cidades brasileiras. No município de São Paulo e, mais tarde na RMSP, a adoção desse paradigma encontrou respaldo na lógica de apropriação do espaço pela especulação imobiliária, na opção pelo transporte rodoviário urbano, e no clientelismo[83].

Assim, visando aumentar a velocidade dos fluxos dos cursos fluviais e, ao mesmo tempo, viabilizar a ocupação de várzeas e fundos de vale, foram implementadas técnicas para modificar as características hidráulicas das calhas fluviais, através de obras de canalização.

> Estas, regra geral, envolvem retificações, ampliações de seções e revestimentos de leito ou, ainda, as substituições das depressões e dos pequenos leitos naturais por galerias. Os canais artificiais apresentam menor resistência ao escoamento e, conseqüentemente, maiores velocidades, o que resulta num efeito de redução dos tempos de concentração das bacias. (FCTH, 1999, p.14)

[83] Aqui entendido como ações demagógicas e favoritistas, por parte de políticos ou partidos políticos, para ampliar de eleitorado.

No entanto, a prática de tais intervenções se processou, principalmente na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, de forma indiscriminada e desprovida de uma visão sistêmica que considerasse a totalidade da bacia hidrográfica. Cada projeto executado teve sua eficiência restrita à pequena área onde foi implantado e, por pequeno período de tempo; ao passo que o problema era transferido para as áreas adjacentes (à jusante), era amplificado pelo impacto gerado pelo próprio projeto executado à montante.

Além de serem desprovidos da visão de conjunto do sistema bacia hidrográfica, tais projetos não consideravam o uso e ocupação do solo e seus efeitos. Assim, ao serem executados, já se encontravam defasados em relação à realidade, não atendendo às vazões produzidas. Ressalta-se também que tais projetos eram, e muitas vezes ainda o são, elaborados a partir de modelos e simulações hidrológicas cujos parâmetros, desenvolvidos em outros países, não se aplicam à realidade meio do tropical úmido[84]. Como resultado, o problema das inundações foi se agravando ainda mais.

Enquanto nos paises desenvolvidos esse princípio passou a ser abandonado a partir da década de 70, nos paises mais pobres, na mesma época, essa prática se tornou amplamente difundida.

De acordo com Tucci (2003c),

> A política existente de desenvolvimento e controle dos impactos quantitativos na drenagem se baseia no conceito de *escoar a água precipitada o mais rápido possível*. Este princípio foi abandonado nos países desenvolvidos no início da década de 1970. A conseqüência imediata dos projetos baseados neste conceito é o aumento das inundações a jusante devido à canalização. Na medida em que a precipitação ocorre, e a água não é infiltrada, este aumento de volume, da ordem de seis vezes, escoa pelos condutos. Para transportar todo esse volume, é necessário ampliar a capacidade de condutos e canais ao longo de todo o seu trajeto dentro da cidade até um local onde o seu efeito de ampliação não atinge a população. A irracionalidade dos projetos leva a custos insustentáveis, podendo chegar a ser dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção. Portanto, o paradoxo é que países ricos verificaram que os custos de canalização e condutos eram muito altos e abandonaram esse tipo de solução (início dos anos 1970), enquanto países pobres

[84] Silveira, A.L.L., (1998), ao apresentar um histórico da evolução da Hidrologia urbana no Brasil, discute a importação direta de métodos sem estudos de validação local citando, como exemplos, o "Soil Conservation Service (Estados Unidos, 1975) e o Colorado Urban Hydrograph Procedure , CHUP, de Wright-McLaughlin Eng. (1969).

> adotam sistematicamente essas medidas, perdendo duas vezes: custos muito maiores e aumento dos prejuízos. Por exemplo, no rio Tamanduateí o custo da canalização foi de US$ 50 milhões/km (com retorno das inundações), enquanto que no rio Arrudas, em Belo Horizonte, chegou a US$ 25 milhões/km (logo após sua conclusão sofreu inundações), ambos valores muito elevados. (p.36)

O mesmo autor, aponta ainda que tais práticas adotadas são fruto da:

> - *falta de conhecimento generalizado da população sobre o assunto:* Os profissionais de diferentes áreas não possuem informações adequadas sobre os problemas e suas causas. A tomada de decisão resulta em custos altos, onde algumas empresas se apóiam para aumentar seus lucros. Por exemplo, o uso de canalização para drenagem é uma prática generalizada no Brasil, representando custos muito altos e tendem a aumentar o problema que pretendiam resolver. A própria população, quando possui algum problema de inundação, por falta de conhecimento solicita a execução de um canal para o controle da inundação. Neste cenário a inundação é transferida para jusante e as obras chegam a custos 10 vezes a alternativa de controle local;
> - *concepção inadequada dos profissionais de engenharia para o planejamento e controle dos sistemas:* uma parcela importante dos engenheiros que atuam no meio urbano, estão desatualizados quanto a visão ambiental e geralmente buscam soluções estruturais, que alteram o ambiente, com excesso de áreas impermeáveis e conseqüente aumento de temperatura, inundações, poluição, entre outros;
> - *visão setorizada do planejamento urbano:* o planejamento e o desenvolvimento das áreas urbanas é realizado sem incorporar os aspectos relacionados com os diferentes componentes da infra-estrutura de água (que não é somente abastecimento e saneamento); e,
> - *falta de capacidade gerencial:* os municípios não possuem estrutura para o planejamento e gerenciamento adequado dos diferentes aspectos da água no meio urbano.(Tucci, 2003a in Tucci & Bertoni, 2003, p.15)

Na região metropolitana de São Paulo, assim como em outras cidades brasileiras, construiu-se o binômio canalização de córregos-construção de avenidas de fundo de vales. Tais obras passaram a integrar programas de melhoria, e não mais planos urbanos. Assim, em função da facilidade de acesso a financiamentos para a área de saneamento, adotou-se como estratégia para a abertura de vias, associá-las a obras de saneamento. Desse modo, na década de 70, na cidade de São Paulo, a implantação de avenidas de fundo de vales foi financiada com recursos do Planasa[85] e do Banco Interamericano de Desenvolvimento. (TRAVASSOS, 2010; GROSTEIN; 1998)

Além das medidas estruturais de macrodrenagem (canalizações e retificações em trechos críticos), também a concepção de projetos de microdrenagem urbana baseia-se no

[85] Plano Nacional de Saneamento, instituído por decreto federal em 1978.

princípio do aumento da condutividade hidráulica, aumentando a vazão e esgotando todo o seu volume para jusante.

Segundo Tucci (2003b), no primeiro estágio a bacia não está totalmente urbanizada e, embora as inundações ocorram dentro do perímetro urbanizado, a planície de inundação se mantém desocupada. Com a canalização desse trecho, as inundações deixam de ocorrer. As áreas que antes eram o leito maior do rio e sofriam freqüentes inundações, que se encontravam desocupadas ou com favelas, passam a ser valorizadas pela suposta segurança do controle de enchentes, e ocupadas. Com o desenvolvimento da bacia de montante e o respectivo aumento da vazão máxima, que não é controlada pelo poder público, voltam a ocorrer inundações no antigo leito maior. Nessa etapa, não existe mais espaço para ampliar lateralmente o canal, sendo necessário aprofundá-lo, aumentando os custos em escala quase exponencial, já que é necessário estruturar as paredes do canal. Esses custos podem chegar a valores de US$ 50 milhões/km.

Se, no que se refere à hidrodinâmica, a prática de canalizações e retificações aumenta a velocidade das descargas e, portanto, as vazões de pico; as mudanças na morfodinâmica decorrentes dessas intervenções, também só contribuem para o agravamento das inundações.Cunha (1994), discorre sobre alguns impactos geomorfológicos causados por obras de engenharia fluvial, dentre os quais se destacam:

- a utilização de dragas para obras de aprofundamento de canal, ao rebaixar o nível de base, favorece a retomada erosiva nos afluentes e, conseqüentemente, processos de assoreamento;
- obras de retificação, ao mudarem o padrão de drenagem, diminuírem a rugosidade do leito e aumentarem seu gradiente, provocam erosão no canal e dos bancos de areia, formados pela passagem de dragas; o que implica em aumento na quantidade de sedimentos na foz, rompendo o equilíbrio natural de sedimentação e gerando novas formas deposicionais; e,

- na planície de inundação, o aprofundamento do leito poderá transformar meandros em bacias de decantação, lagos e pântanos.

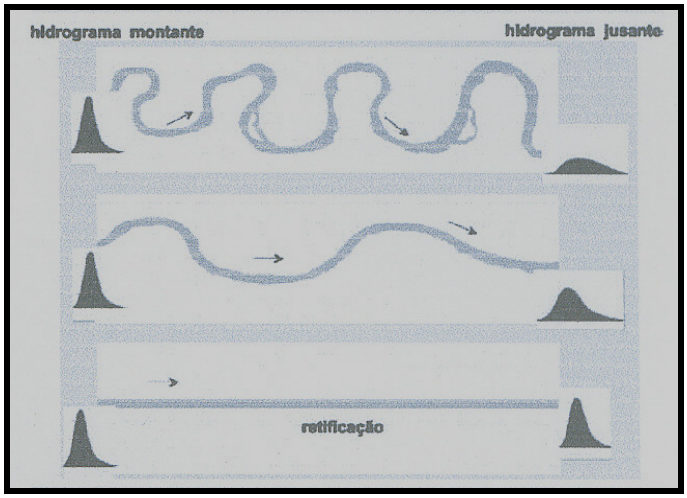


Figura 34 Diferenças no amortecimento do hidrograma de enchente em razão de modificações no traçado do curso d'água.
Fonte: Rio de Janeiro (Estado, 2001) in Broncaneli & Stuermer (2008).

O Mapa da Morfologia Antropogênica apresenta trechos de cursos d'água na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, que foram objetos de "retificações" **(cursos d'água retificados),** e trechos que atualmente se encontram tamponados **(cursos d'água tamponados)**. A identificação dessas mudanças foi possível através do cotejamento das cartas topográficas atuais (EMPLASA, 1980) e cartas de uso e ocupação do solo da RMSP (EMPLASA, 2005), ambas em 1:25:000, com o Mapa da Geomorfologia Pré-urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Da extensão total dos cursos d'água da bacia hidrográfica, cerca de 16% encontram-se retificados ((1,8 Km) e 25,5 %, tamponados (178,7 Km).

Como já observado, dentre os cursos d'água que ainda apresentam morfologias de canal semelhantes às originais, muitos deles podem ter sido alvo de intervenções em seus leitos e margens (aprofundamento, alargamento ou revestimento). No entanto, não foram passíveis de identificação e distinção cartográfica.

Embora não tenha sido possível a representação cartográfica, também foi identificada, na área, uma derivação de curso fluvial. Trata-se do túnel Moringuinho. Construído na década de 30. Como mencionado anteriormente, o túnel perfurado sob o espigão da Liberdade,

objetivava interceptar as águas que convergiam sobre o largo do Piques, vindas da Avenida 9 de Julho e vale do Itororó (ou Bexiga), derivando-as diretamente para o Tamanduateí.

Na Região Metropolitana de São Paulo, após mais de um século de incalculáveis investimentos dedicados à prática equivocada de canalizações de cursos d'água, o paradigma do "aumento condutividade hidráulica" foi posto em xeque.

Alguns paises, desde a década de 70, vêm desenvolvendo estudos e projetos voltados ao combate às inundações, sob a égide de um novo paradigma: o desenvolvimento sustentável da drenagem urbana, cujo objetivo é imitar o ciclo hidrológico natural, baseado nos seguintes princípios, conforme aponta o Relatório do Workshop "Drenagem urbana sustentável no Brasil" (Parkinson; Milograna; Campos & Campos, 2003):

- Novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão de pico das condições naturais (ou prévias) - controle da vazão de saída ;
- Planejar o conjunto da bacia para controle do volume; e,
- Evitar a transferência dos impactos para jusante.

Adotando esses princípios, o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, elaborado pelo DAEE, através do convênio ENGER-PROMON-CKC, a partir de 1998, parte do pressuposto que

> [...] os três principais rios urbanos da Bacia do Alto Tietê – Tietê, Pinheiros e Tamanduateí – não comportam nenhum aporte de vazão adicional, além daquele considerado no dimensionamento das obras em andamento em seus leitos – a urbanização intensa de suas várzeas exigiu ao longo do último século vultuosas obras para o aumento de vazão e retificação dos leitos, que ao serem entregues já necessitavam de revisão e novas obras para evitar as enchentes. Desta forma, em tais cursos d'água, qualquer nova obra de ampliação da capacidade de vazão é cada vez mais limitada, tanto pelo contexto urbano destas áreas, como pelos vultuosos custos envolvidos em novas ampliações. (TRAVASSOS, 2007, p. 4-5)

Diante disso, o PDMAT baseia-se em um novo conceito de drenagem urbana: a *vazão de restrição,* ou seja, após a definição de *vazões de restrição* para os rios principais, nenhum afluente poderá ter sua vazão ampliada. Segundo Travassos (2007), a definição de uma vazão máxima para o rio principal de uma bacia servirá como parâmetro para a definição da vazão

de seus afluentes, que por sua vez funcionam como *vazões de restrição* para seus próprios afluentes e assim por diante.

> O enfoque no PDMAT é orientado para o *armazenamento da água*, cujo objetivo é manter parte da água precipitada no local de origem, promovendo a liberação da mesma suavemente ao longo de um espaço de tempo maior, possibilitando um arrefecimento do pico de cheia tanto na bacia de origem, quanto nos sistemas à jusante (Ramos, Barros & Palos, *op. cit.*). Neste conceito, a contribuição de uma área para outra à jusante apresenta uma dinâmica temporal mais próxima àquela de uma bacia natural, onde a água precipitada lentamente chega ao fundo de vale e a seu rio principal.
> A manutenção da água precipitada na bacia de origem é essencial para que a vazão estabelecida para os cursos d'água principais se sustente. (TRAVASSOS, 2007, p. 6-7)

Para alcançar este objetivo, o PDMAT propõe o planejamento do uso do solo e a construção de estruturas de detenção ou de retenção.

O PDMAT, ainda segundo Travassos (2007), compreende diferentes etapas:

- Elaboração de um diagnóstico da situação atual da drenagem na Bacia do Alto Tietê para subsidiar a elaboração de propostas de intervenções imediatas e futuras, com caráter global, para os projetos de drenagem ou que interfiram na drenagem da Bacia do Alto Tietê;

- Definir *ações* estruturais prioritárias em algumas sub-bacias selecionadas; e,

- Definir *ações* não-estruturais sistemáticas, como proposição de leis de uso e ocupação do solo, educação ambiental, implantação de sistemas de controle e ações de defesa civil.

Segundo informações disponíveis no sitio eletrônico do DAEE, até o presente momento, foram diagnosticadas as situações de drenagem e definidas ações prioritárias para cinco sub-bacias: a calha principal do Rio Tietê (à montante da Barragem da Penha), e as bacias (ou sub-bacias) dos rios Pirajussara, Aricanduva, Tamanduateí e Ribeirão dos Meninos.

De acordo com os diagnósticos apresentados, chegou-se aos seguintes valores de vazão de restrição para o Rio Tietê:

- 500m³/s no trecho entre a Barragem da Penha e o Rio Aricanduva;

- 1000 m³/s entre o Rio Tamanduateí e o Rio Cabuçu de Baixo; e,

- 1400m³/s na Barragem Edgar de Souza.

Para manter estes valores, foram estabelecidas então as seguintes vazões de restrição:

- A área à montante da Barragem da Penha deve manter sua baixa contribuição para a vazão no Tietê. Ou seja, a urbanização e a ocupação das várzeas devem estar sob um rígido controle, para evitar impermeabilizações extras;

- A vazão do Rio Tamanduateí não poderá superar os 357m³/s para o período de retorno de 100 anos, ainda que sua calha tenha sido projetada para 480m³/s – vazão já insuficiente, pois em alguns eventos a vazão do Tamanduateí pode chegar a 700m³/s. Desta forma, o PDMAT prevê a implantação de 46 reservatórios de detenção projetados para a bacia deste afluente; e,

- Nos eventos críticos deverá ser mantido o isolamento entre os rios Pinheiros e Tietê e conseqüentemente, a reversão do Rio Pinheiros para a Represa Billings, apesar de esta prática ser controversa em termos ambientais. (TRAVASSOS, 2007)

Dos 46 "**reservatórios de detenção"**[86] previstos para a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, 17 estão implantados até o momento, conforme se observa no Mapa da Morfologia Antropogênica. **(Mapa 7)**. Tais dispositivos ocupam cerca de 0,43 Km².

Embora esses reservatórios, conhecidos popularmente como "piscinões", tenham sido anunciados pelos políticos, como a solução definitiva para os problemas de inundação na RMSP; durante o curto tempo de funcionamento deles, já ficou claro que não se tratam de medidas suficientes para solucionar o problema das inundações. Podem até ser considerados como uma, entre outras medidas estruturais e não-estruturais, necessárias para retardar os

[86] Reservatórios de detenção são reservatórios urbanos, mantidos secos, enquanto que os reservatórios de retenção são reservatórios com lâmina de água utilizados não somente para controle do pico e volume do escoamento, como também da qualidade da água.(Tucci, 2003 c)

picos de vazão e aumentar o tempo de concentração dos fluxos numa bacia hidrográfica, mas não a única.

FCTH (1999) adverte que

> A implantação indiscriminada das obras de D/R numa dada bacia, ou seja visando apenas a solução de problemas localizados, pode levar a efeitos adversos e deve ser sempre evitada. É importante destacar duas situações que podem ocorrer em decorrência da presença de obras de D/R numa bacia que são: o surgimento de um falso senso de segurança em determinadas áreas e o efeito de sincronismo de picos de cheias de sub-bacias resultando, em certos pontos, descargas maiores que antes da implantação das obras.(p. 210)

Assim como as canalizações em trechos críticos, obras de detenção individuais podem resolver problemas localizados de inundação, nesse caso, imediatamente à jusante delas. No entanto, podem agravar as inundações em outros locais, ainda mais à jusante.

FCTH (1999), aponta que através de alguns estudos realizados, concluiu-se que uma obra de detenção é mais eficiente do que duas obras em série, e que duas são mais eficientes do que três em série e assim por diante. A figura 35 apresenta, de forma esquemática, possíveis problemas decorrentes da implantação de um reservatório de detenção, numa bacia hidrográfica.

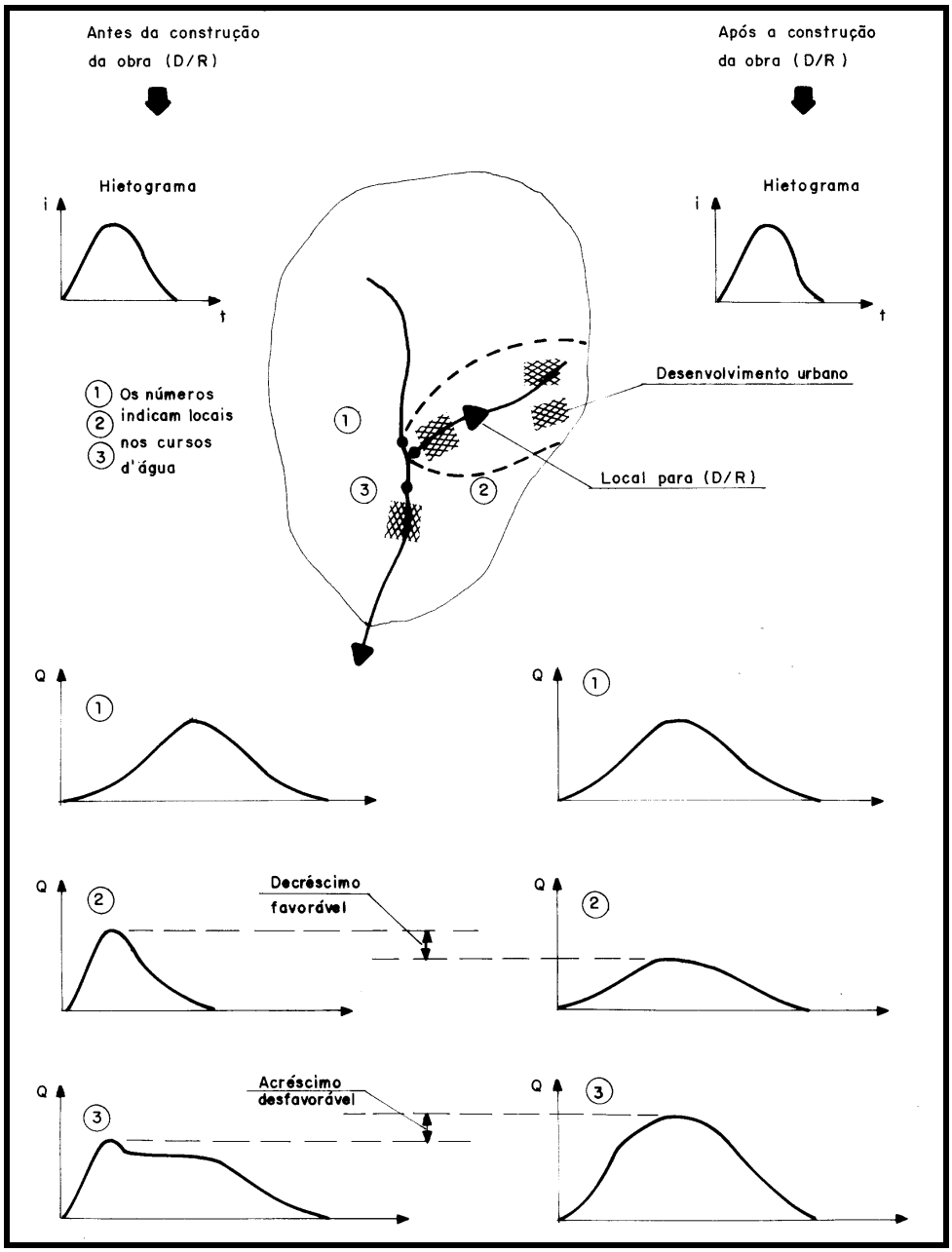


Figura 35 Interação adversa de hidrogramas de cheias como conseqüência de uma obra de detenção/retenção. Fonte: FCTH (1999)

Ainda em FCTH (1999), são citados uma série de problemas decorrentes da implantação de Reservatórios de Detenção, baseados em 10 anos de experiência na área Metropolitana de Atlanta, de acordo com Debo e Ruby (1982):

- Manutenção inadequada ou não continuada, particularmente quando as obras não são de responsabilidade do proprietário próximo. Possível solução: atribuir a responsabilidade pela operação à municipalidade, com exceção dos casos em que os setores industrial e comercial locais possam assumir tal encargo;

- Dificuldade de acesso para manutenção;

- Taludes muito inclinados, criando dificuldades para implantação e manutenção de vegetação;

- Dispositivo de controle de vazão de dimensões muito reduzidas, que acarretam os problemas de obstrução, resultando em dificuldades de operação e água estagnada após a ocorrência de chuvas;

- Problemas de controle de mato e ervas daninhas, particularmente em obras com armazenamento permanente, ou como conseqüência de falta de manutenção;

- Proliferação de mosquitos, ratos e outros vetores de doenças;

- Problemas de segurança, particularmente de crianças, devido a profundidades muito grandes e velocidades excessivas das águas;

- inexistência de controle de cheias à jusante ou o agravamento dos problemas de inundação, como conseqüência de efeitos interativos inesperados de duas ou mais obras de Detenção ou Retenção na bacia;

- Problema de erosão imediatamente à jusante dos dispositivos de descarga;

- Surgimento ou agravamento de problemas de erosão no canal à jusante, como possível conseqüência de um tempo mais prolongado de permanência de vazões no mesmo; e,

- Reduzido ou nenhum efeito sobre as cheias em outros locais que não aquele em que se situa a obra.

Santos (2006) ao tecer suas críticas a esses reservatórios, afirma que:

> Os piscinões não constituem uma técnica nova, são e já foram muito usados nos EUA e na Europa, e compõem o elenco de possíveis providências para aumentar a capacidade de retenção de água em sub-bacias hidrográficas afluentes. Não são mais que grandes reservatórios que vão fazer o papel hidráulico/hidrológico da vegetação e dos terrenos anteriores à urbanização em sua capacidade de retardar no tempo o escoamento das águas de chuva. A um episódio de chuva intensa, uma parte das águas de um córrego é desviada para o enchimento do reservatório (piscinão), aliviando naquele momento crítico o córrego e as drenagens de jusante de um determinado volume de água. Passado o pico maior das chuvas, as águas do reservatório seriam liberadas lentamente, sem colaborar, então, para o risco de enchentes. Um raciocínio perfeito do ponto de vista hidráulico.

> O grande problema é que, diferentemente das cidades de países desenvolvidos que o adotam, a metrópole paulista apresenta dois fenômenos gravíssimos, que obrigam técnicos, administradores públicos e sociedade a entenderem o piscinão como a última das alternativas técnicas a se lançar mão para o retardamento da velocidade de escoamento das águas de chuva: a enorme e perigosa carga de poluição de suas águas superficiais e a fantástica carga de sedimentos originados especialmente da erosão nas zonas periféricas de expansão urbana que, acrescidos de lixo e entulho de construção civil, acabam por assorear e entulhar todo o sistema natural e construído de drenagem.[87]

O autor aponta também problemas associados aos "piscinões":

> - são obras de elevado custo, considerada a obra propriamente dita, as desapropriações necessárias à sua implantação e operação e os elevadíssimos custos de sua manutenção;
> - boa parte do material de assoreamento produzido nas sub-bacias hidrográficas em episódios de chuvas intensas passará a se depositar em seus reservatórios, inclusive um grande volume de sedimentos finos (siltes e argilas) que antes, sem a nova condição de lago (águas paradas), seriam normalmente levados em suspensão pelas águas; acresça-se que um piscinão assoreado por sedimentos e lixo tem seu volume útil comprometido, assim como, portanto, sua capacidade de colaborar no controle de enchentes em episódios pluviométricos subseqüentes;
> - as operações de desassoreamento desses reservatórios passam à total responsabilidade dos municípios, normalmente despreparados financeira e fisicamente para esta complexa e exigente operação;
> - tanto as águas a serem retidas, como o material de assoreamento que se depositará nos reservatórios, propiciarão a ação direta e mais prolongada do mau cheiro e de sua perigosa carga químico-biológica poluente no âmbito da região urbanizada de entorno, implicando em riscos evidentes de possíveis contaminações e acidentes;
> - para a disposição final do material proveniente do desassoreamento (limpeza) dos piscinões será natural a necessidade econômica de se encontrar local adequado próximo, ou seja, no próprio bairro, o que exige lidar-se com cuidados técnicos e operacionais específicos e dispendiosos para que esse bota-fora não venha a contaminar solos, águas ou diretamente a população; e,
> - A implantação dos piscinões e dos "bota-fora" que receberão o material proveniente das operações de desassoreamento ocuparão e imobilização preciosas áreas urbanas que poderiam ser aproveitadas para o atendimento de necessidades e aspirações da população local em educação, lazer, moradias, esporte, etc. (SANTOS, 2006, s.p)

Muitos dos problemas mencionados em relação aos "reservatórios de detenção", foram evidenciados recentemente na RMSP, principalmente aqueles referentes à manutenção e limpeza e à segurança.

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2010, a RMSP conviveu diariamente com problemas de inundações e deslizamentos de encostas ocupadas. A tabela a seguir apresenta dados contabilizados, na operação verão (01/12/09 – 28/02/10), pela Defesa Civil do Estado de São Paulo.

---

[87]http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2006/10/26/27504-piscinoes-um-atentado-urbanistico-e-ambiental.html

	Municípios atingidos	Feridos	Óbitos	Desabrigados	Desalojados
Capital	1	15	18	281	1548
ABCD	6	9	7	105	587
Total	7	24	25	386	2135

Tabela 34 Ocorrências relacionadas às chuvas, do período de dez/2009 a fev/2010.
Fonte: www.defesacivil.sp.gov.br
Org: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Ressalta-se que, dos 25 óbitos registrados, 6 foram em função de inundações e enxurradas, todos no município de São Paulo; e 19 como resultado de deslizamentos de terra, sendo 4 deles localizados na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Dentre os óbitos ocorridos no município de São Paulo, um deles especificamente, relaciona-se à falta de segurança de "piscinões" abertos: uma mulher de 35 anos foi arrastada pelas enxurradas para dentro do piscinão da Água Espraiada.

Embora o poder público atribua tais ocorrências à excepcionalidade dos índices pluviométrico registrados no período[88], ficou explícito que a estratégia de combate às inundações e prevenções de riscos na RMSP ainda está muito aquém do necessário para solucionar os problemas.

[88] Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia, o total de chuva acumulado no mês de janeiro de 2010 (até o dia 26) no posto Mirante de Santana, no município de São Paulo, foi de 426,8 mm. Tal índice é o terceiro maior registrado, naquele posto, para o mês de janeiro, desde 1943.

Foto 39 Piscinão de Guaraú, na zona norte do município de São Paulo, repleto de lixo
Foto: AE http://www.estadao.com.br/noticias/geral,maioria-dos-piscinoes-de-sp-esta-cheia-de-lixo,481619,0.htm, em 14 de dezembro de 2009.

Foto 40 Inundação no ABCD, em 04/02/2010.
A tempestade de cerca de duas horas que atingiu principalmente o ABCD, deixou o Paço Municipal de São Bernardo embaixo d'água.
Fonte; AE in http://veja.abril.com.br//galeria-de-imagens/chuva-caos-sao-paulo-531391.shtml

Foto 41 Rua 25 de março**, inundada em** 04/02/2010.
Fonte: AE in http://veja.abril.com.br//galeria-de-imagens/chuva-caos-sao-paulo-531391.shtml

Foto 43 Estragos causados pela chuva, na zona leste, em 04/02/2010.
Fonte: AE in http://veja.abril.com.br//galeria-de-imagens/chuva-caos-sao-paulo-531391.shtml

Foto 42 Avenida 9 de Julho**,** em 04/02/2010.
Fonte: Folha Imagem in http://veja.abril.com.br//galeria-de-imagens/chuva-caos-sao-paulo-531391.shtml

Apesar de o PDMAT representar um avanço na concepção de projetos de drenagem, adotando princípios de uma drenagem urbana "sustentável", até o momento apenas obras

estruturais, relacionadas à macrodrenagem, foram implantadas.Embora o plano indique também a adoção de medidas não-estruturais, como proposição de leis de uso e ocupação do solo, educação ambiental, implantação de sistemas de controle e ações de defesa civil; nada ainda foi feito nesse sentido.

De acordo com FCTH (1999),

> As medidas não estruturais, como o próprio nome indica, não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São representadas, basicamente, por medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações. Nesta última buscam-se maneiras para que estas populações passem a conviver melhor com o fenômeno e fiquem melhor preparadas para absorverem o impacto dos prejuízos materiais causados pelas inundações. As medidas não estruturais envolvem, muitas vezes, aspectos de natureza cultural, que podem dificultar sua implantação a curto prazo. O envolvimento do público é indispensável para o sucesso dessa implantação.
> A inexistência do suporte de medidas não estruturais é apontada, atualmente, como uma das maiores causas de problemas de drenagem nos centros mais desenvolvidos. A utilização balanceada de investimentos, tanto em medidas estruturais quanto não estruturais, pode minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações. (p.19-20)

Na citação acima, quando FCTH (1999) se refere aos “aspectos culturais” que envolvem as medidas não-estruturais de controle de inundações, deve-se considerar também que, ações do poder público que implicam em disciplinamento e restrições de uso e ocupação do solo, muitas vezes contrariam interesses particulares e podem implicar no agravamento de problemas sociais, demandando ações voltadas também a solução de problemas habitacionais. Assim, a adoção de tais medidas, além de fazerem emergir a necessidade de solução para problemas tão protelados, requer planejamento de médio e longo prazos, e têm sua continuidade prejudicada pela temporalidade das gestões políticas e, além do mais, em função da não-visibilidade dentro de apenas uma gestão, não asseguram muitos votos em pleitos posteriores.

Admite-se que implementar as medidas não-estruturais mais abrangentes, numa área tão densamente ocupada e impermeabilizada como a Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, implicaria em um grande desafio do ponto de vista do planejamento físico-territorial, de políticas públicas, principalmente voltadas à questão habitacional. e envolveria elevados

custos, principalmente em função de desapropriações necessárias. Por outro lado, cabe avaliar também todo o investimento já realizado em obras estruturais, em sua maioria ineficazes exatamente por falta de instrumentos de planejamento ou de controle do uso e ocupação do solo, e os prejuízos materiais causados pelas inundações que paralisam a maior metrópole da América Latina. Sem contar, é claro, a inestimável perda de vidas.

Entretanto, conforme aponta Santos (2006),

> [...] há um elenco grande de outras alternativas de mesmo sentido técnico, de concepção e execução mais simples, que, adotadas em conjunto, poderiam cumprir papel hidráulico similar como, por exemplo, reservatórios pequenos domésticos para reserva de água de chuva e seu posterior uso, reservatórios médios em edificações maiores (supermercados, prédios, indústrias, etc.) para o mesmo fim, praças com lagos de recebimento de águas de chuva, praças drenantes, valetas drenantes, calçadas drenantes, pátios drenantes, tubulações pluviais drenantes, arborização intensiva, etc. (s.p)

Vários paises como Estados Unidos, Canadá, Japão e Alemanha, por exemplo, têm buscado soluções mais sustentáveis e desenvolvido "melhores práticas" de drenagem urbana. Essas soluções vão desde obras de pequeno porte, voltadas à micro-drenagem até outras, de maiores extensões, que visam a renaturalização de sistemas fluviais e o restabelecimento do ciclo hidrológico natural. Dentre uma série de exemplos, destacam-se:

Foto 44 Exemplo de Canteiro Pluvial, no Mercado New Seasons, Portland, Oregon (USA)
Fonte: Matos; Silva & Bunn (2007) in http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.htm

Foto 45 Jardins de chuva na Biblioteca de Maple Valley, Washington, (USA)
Fonte: Matos; Silva & Bunn (2007) in http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.htm

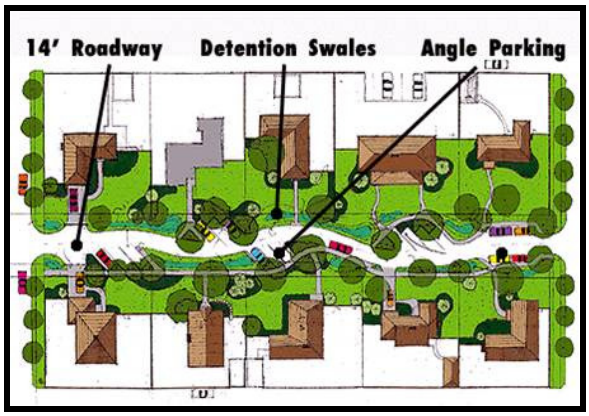


Foto 46

Foto 47

Foto 48

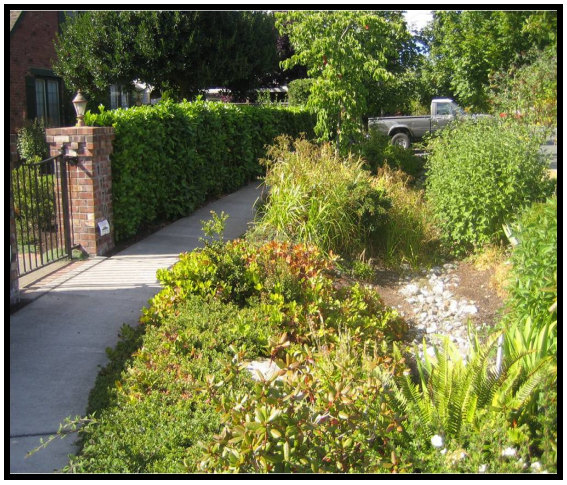


Foto 49

Foto 46, Foto 47, Foto 48 e **Foto 49** Biovaletas em Seattle, Washington (USA)
Fonte: Matos; Silva & Bunn (2007) in http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.htm

Observa-se, no exemplo acima, que o arruamento foi refeito, em curvas, para diminuir o escoamento superficial e direcionar as águas para as biovaletas.

As fotos a seguir, retratam uma seqüência de intervenções visando a renaturalização de uma planície de inundação, em Kassel, Alemanha.

Foto 50 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - Paisagem inicial março/2005

Foto 51 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - Renaturalização - Setembro/2005

Foto 52 Planície de inundação em Kassel, Alemanha - **R**enaturalização - Setembro/2006

Foto 53 Planície de inundação em Kassel, Alemanha **-** Renaturalização - Outubro/2008

Fonte: Wagu GmbH (Kassel) in Theobald, S. (2008) Disponível em: http://www.acquacon.com.br/drenagem/download.php

Foto 54 e Foto 55 Renaturalização do Rio St. Charles em Quebec, Canadá.
Fonte: Alarcon; Ito; Vilhena & Palfi (2009)

Também no Brasil, algumas iniciativas vêm sendo implantadas, ainda que de forma isolada e incipiente. Como exemplos de boas práticas implementadas pelo poder público, pode-se citar a implantação de reservatórios de detenção associados à usos recreativos ou com outras funções sociais. Tais usos apresentam a vantagem de evitar que áreas públicas sejam ocupadas irregularmente e ou se transformarem em depósito de lixo e criadouros de insetos.

Foto 56 Tanque de detenção combinado com praça esportiva na cidade de Curitiba/PR
Fonte: Parkinson; Milograna; Campos & Campos (2003)

Foto 57 Vista parcial de bacia de retenção e pista de caminhada parque urbano implantado pelo programa DREURBS, sub-bacia 1º de Maio. Belo Horizonte/MG
Fonte: Caramori (2009)

A Prefeitura do Município de São Paulo, através da Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, em 2005 apresentou, como alternativa à instalação de "piscinões", um projeto de renaturalização de rios e córregos. O projeto previa, por exemplo, a reabertura do Córrego do Itororó, num trecho de 3Km, no canteiro central da Avenida 23 de Maio, através de pequenos reservatórios com seixos e quedas de água, e tratamento paisagístico. Tais reservatórios, durante as chuvas, conteriam a velocidade dos fluxos, minimizando as inundações no Vale do Anhangabaú.

Além dessa intervenção o projeto, de autoria do engenheiro Sadalla Domingos, estabelece outras na Bacia do Ribeirão Anhangabaú (Ribeirão Saracura, Ribeirão Saracura-Mirim), e do Rio Ipiranga (Projeto Margens Plácidas, com a criação de parque linear unindo o Parque da Independência e o Parque Estadual Fontes do Ipiranga). Ainda de acordo com seu

idealizador, o projeto prevê o saneamento da bacia, com 100% de coleta de esgoto e controle do lixo. (FOLGATO, 2005)

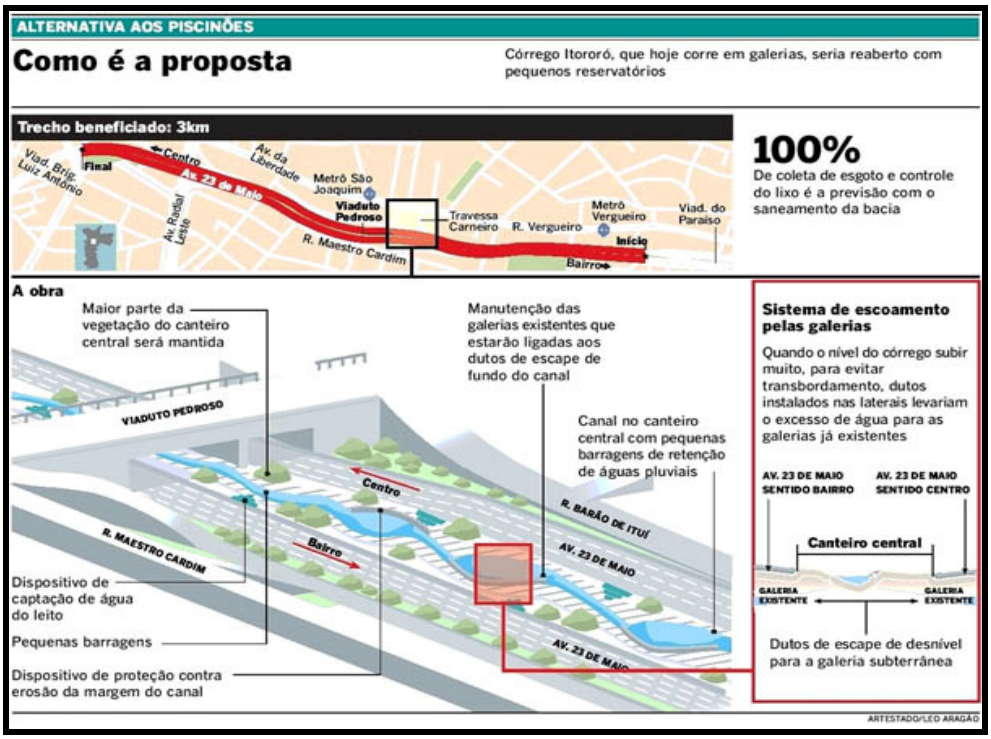


Figura 36 Projeto de Renaturalização do Córrego Itororó.
Fonte: http://www.sptrans.com.br/clipping_anteriores/2006/abril2006/clipping170406/pagina1.htm

Segundo Folgato (2006), essas primeiras renaturalizações não seriam implantadas em áreas densamente ocupadas e, portanto não implicariam em desapropriações. Teria também um custo inferior à implantação de piscinões.O projeto foi alvo de uma série de questionamentos e críticas, e, até o momento, não há indícios de que venha a ser implantado.

Broncaneli & Stuermer (2008), por exemplo, levantam as seguintes questões:

> - Onde se localizam as nascentes desses rios e como serão preservadas as áreas de mananciais desses cursos d'água?
> - Com a drenagem das áreas úmidas e o conseqüente rebaixamento do lençol freático, esses rios ainda apresentariam volume d'água ?
> - De que forma se espera recuperar a qualidade da água destes córregos ?
> - Como se daria o espraiamento da água do córrego na época das cheias, uma vez que sua planície de inundação extrapola a área do canteiro central da Avenida 23 de Maio ? (p. 154)

As autoras advertem ainda que, projetos de renaturalização que não prevêem espaços para a recuperação de vegetação e do traçado meândrico dos rios ao longo de suas margens são tão inapropriados quanto os projetos de canalização. Assim, à reabertura de rios e

córregos deve corresponder a integração destes à bacia hidrográfica, “de forma que esta possa sustentar o córrego descanalizado, por meio de processos naturais que equilibrem a recarga do lençol freático e a condução das águas superficiais.” (BRONCANELI & STUERMER, 2008, p. 155)

Críticas mais acerbadas ao projeto foram feitas por Antonio Fernando Pinheiro Pedro[89]. Em seu artigo, o autor afirma que:

> Só na teoria a cidade de São Paulo tem "rios" e "córregos" canalizados. Na prática, o que hoje "corre" pelas tubulações, debaixo de nossas avenidas, é um lodo fedorento e nesse espaço subterrâneo vive uma população que o cidadão quer ter bem longe da porta de casa: milhões de roedores, muitos deles com compleição física bastante avantajada, bilhões de insetos e quinquilhões de vírus e bactérias.
> É fácil constatar, com esses poucos elementos, a ingenuidade sem limites da proposta do secretário municipal.
> Sem antes tratar 100% do esgoto despejado nos cursos canalizados, o que teremos como resultado da "re-naturalização" será um mar de sujeira correndo a céu aberto, expondo a população à leptospirose, doença transmitida pela urina do rato, entre outros males.
> Outra conseqüência no mínimo desastrosa: em uma cidade que não tem mais espaço para crescer, córregos voltando à tona "renaturalizados" terão, por força do Código Florestal, que abrigar em seu entorno a chamada Área de Preservação Permanente (APP), uma faixa de terra de aproximadamente 30 metros em cada margem, o que vai ocasionar o recuo de avenidas e construções, limitações ao direito de propriedade nas áreas "re-afetadas", rios de desapropriações e custos adicionais com novas obras.
> Nada mais ilógico, mas o contribuinte paulistano é quem vai arcar com os custos dessas desapropriações e também com a posterior manutenção dessas APP’s. Os novos loteamentos também terão de prever essas áreas verdes no caso de existirem córregos "re-naturalizados" nos limites do projeto, mais um custo a ser repassado para os futuros compradores. (PEDRO, 2005)[90]

Embora a proposta seja um tanto quanto radical, como o próprio secretário de Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo reconheceu mais tarde, o discurso acima nos parece ainda bastante impregnado pelo “higienismo” do século passado, pelo paradigma do “rápido afastamento” além da lógica da especulação imobiliária.

De qualquer forma, nos leva a pensar que estamos ainda muito longe de uma “drenagem urbana sustentável”. Além da necessidade de projetos mais consistentes pautados

---

[89] É advogado e consultor ambiental. Criou a Comissão de Meio Ambiente da OAB-SP, presidiu a Associação Brasileira dos Advogados Ambientalistas, e foi secretário do Verde e do Meio Ambiente do município de São Paulo

[90] http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2005/12/05/22005-deixem-em-paz-os-rios-e-corregos-canalizados.html

em estudos criteriosos, e de uma mudança cultural em relação aos cursos fluviais e suas dinâmicas, falta ainda a coerência entre discursos e ações do poder público.

As obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) voltadas a essa questão, implementadas pelo governo federal, por exemplo, continuam sendo executadas por meio de canalizações.

Conforme Tucci (2008)

> A solução dos problemas atuais continua sendo por meio da construção de condutos e canais como se observa no conjunto de projetos aprovado no âmbito do PAC do governo federal e implementado pela Caixa Econômica Federal, apesar do programa se chamar ironicamente de "drenagem sustentável". A demanda dos municípios continua distorcida por falta de qualificação de projetos.
> A solução deste problema passa pela modernização de todo sistema institucional federal, estadual e municipal, pois atualmente em quase todas as cidades o esgotamento sanitário, lixo e drenagem urbano são tratados separadamente sem uma coordenação adequada de ações, como se a realidade pudesse ser separada para que cada um resolvesse uma parte. [91]

Na Região Metropolitana de São Paulo, o paradoxo é ainda mais explícito: ao mesmo tempo em que o governo do Estado de São Paulo investe em obras de elevado custo, como os piscinões, dentro de uma concepção de amortecimento de cheias através de espaços destinados à detenção; efetua-se a ampliação das faixas de rolamento das vias da Marginal do Rio Tietê, às custas da supressão de áreas permeáveis. Mais uma vez, o "rodoviarimo" prevalece.

7.5.5 Intervenções Antrópicas Subterrâneas

Dentre as modalidades de intervenção antrópica relacionadas diretamente à urbanização, cumpre ainda considerar aquelas que não são visíveis e que, embora sejam passíveis de mapeamento, não foram objetos de tal procedimento neste estudo, em função da ausência de dados espacializáveis: a ocupação dos espaços subterrâneos.

---

[91] Disponível em http://blog.rhama.net/2008/07/12/na-busca-da-drenagem-urbana-sustentavel/

Campos et al (2006), ao apresentarem alguns dados sobre a cidade de São Paulo, permitem avaliar a densidade de ocupação dos espaços subterrâneos da cidade.

> Ao caminhar pelas ruas de uma grande cidade como São Paulo, não se imagina que, sob os pés, existe um gigantesco porão urbano, pelo qual circulam as estruturas e sistemas que permitem que a vida se desenvolva na superfície do terreno. Para exemplificar, atualmente encontram-se cerca de:
> • 17.293 quilômetros de rede de água só na cidade de São Paulo (SÃO PAULO, 2001);
> • 13.613 quilômetros de rede de esgotos, que significa um atendimento quase que total da população de São Paulo (PMSP, 2001);
> • 57,6 quilômetros de linhas de metrô; com as obras de expansão em andamento, esse número chegará a 88 quilômetros (REVISTA Engenharia, 2004); e
> • 3.800 quilômetros de tubos de gás distribuídos por todo o Estado de São Paulo (Comgás, 2005).
> Outras estruturas, tais como túneis viários, redes de fibras óticas e cabos de alta tensão também dividem o espaço subterrâneo de São Paulo, mas não existem informações seguras sobre os quantitativos já instalados. (CAMPOS et al, 2006, p 148-149)

Os autores apresentam ainda uma série de exemplos de problemas relacionados à implantação dessas infra-estruturas subterrâneas, dentre os quais, problemas decorrentes das interferências no lençol freático e sistemas de drenagem pré-existentes. Para ilustrar, os autores relatam os problemas de recalques nas fundações de casas antigas no bairro de Moema, ocasionados pela implantação de edifícios residenciais com garagens subterrâneas que, em função do lençol freático raso, exigem o constante bombeamento da água.

Outro exemplo apresentado refere-se à implantação da Linha 2 (Verde) do METRÔ, no Jardim Aurélia, próximo à Rua Vergueiro. Nesse caso, por tratar-se de uma área de ocupação densa e antiga, o grande desafio enfrentado foi determinar a localização precisa de cacimbas e fossas negras desativadas, redes de água e esgotos, ligações elétricas de subsuperfície, e aterros com diferentes materiais, uma vez que todos esses elementos poderiam interferir na estabilidade do túnel a ser implantado, na época.

Ainda segundo Campos et al (2006), um dos principais problemas envolvendo obras subterrâneas é a instabilidade das escavações, que pode provocar rupturas abruptas ou recalques de elevada magnitude para as estruturas de superfície.

> Analisando-se a bibliografia disponível (Bitar et al,2000), encontram-se relatos de vários acidentes com túneis e passagens subterrâneas viárias, cujas conseqüências

> são de conhecimento de toda a população, mas cujos custos sociais e impactos não são usualmente quantificados. Cabe lembrar que muitos acidentes nem sequer são relatados e publicados.
> [...]
> Para exemplificar o impacto que um acidente pode causar na população de uma cidade, cita-se a ruptura que ocorreu na frente de escavação de um túnel (Campos et al., 2000) da antiga Empresa Paulista de Transmissão de Energia Elétrica S.A. – EPTE. Na tarde do dia 4 de março de 1998, ocorreu a interrupção no fornecimento de energia na região do bairro do Cambuci, provocando a paralisação dos sistemas de rebaixamento d'água para a escavação do túnel. Uma forte chuva, com duração superior a uma hora, provocou a inundação das ruas circunvizinhas aos poços de acesso ao túnel e, aproximadamente uma hora e meia depois, pôde-se verificar a entrada de água para o interior do mesmo. Em seguida, um forte estrondo e a formação de dois vórtices resultaram da ruptura do túnel. Em superfície, na rua Luís Gama, próximo à Avenida do Estado, abriu-se uma cratera com diâmetro equivalente a cerca de 10 metros e 19 metros de profundidade. (CAMPOS et al, 2006, p.153).

.

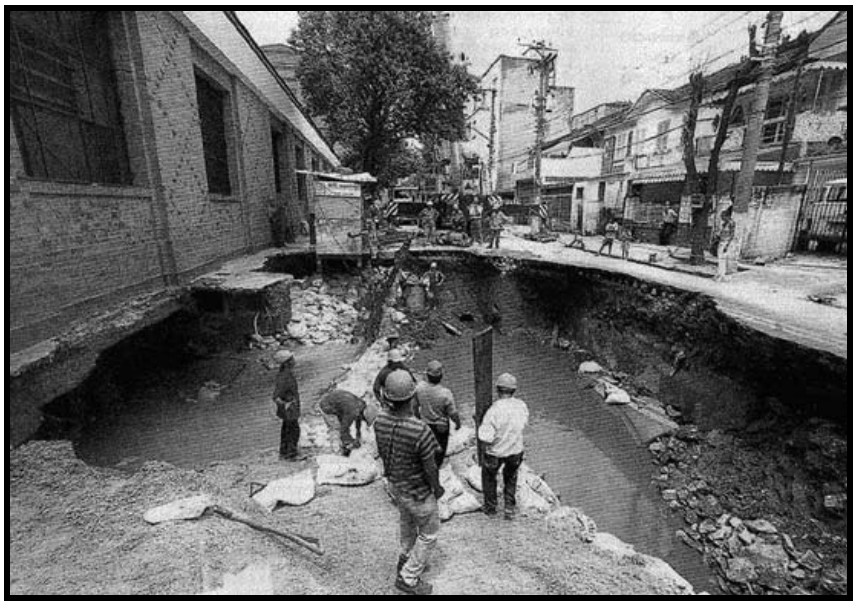


Foto 58 Cratera aberta devido à ruptura de um túnel.
Rua Luís Gama, Município de São Paulo – Março de 1998
Fonte: Epitácio Pessoa, OESP *in* Campos et al (2006)

Além desse exemplo, não se pode deixar de mencionar a tragédia ocorrida em 12 de janeiro de 2007, quando ocorreu o desabamento de parte do túnel e poço de acesso das obras da Linha 4 (Amarela) do METRÔ, em Pinheiros (zona oeste de São Paulo), resultando em uma cratera que engoliu caminhões, casas e causou a morte por soterramento de oito pessoas.

Ainda em relação aos problemas relacionados à escavação de túneis, em agosto de 2009, durante os trabalhos de perfuração de um túnel da Linha 2 (Verde) do METRÔ, que ligará as estações Tamanduateí e Vila Prudente -, ocorreu um recalque do terreno, causando a

interdição de quatro quarteirões em torno da esquina das ruas Oliveira Gouveia e Pires Pimentel, e obrigando a remoção de cinco famílias residentes na área[92]. Salienta-se que, assim como no caso do túnel da estação Pinheiros, essa área localiza-se em antiga planície de inundação.

Rocha & Celestino (1992) apresentam os métodos construtivos empregados para obras subterrâneas e seus respectivos graus de exigência geotécnica. "Neste aspecto, em ordem crescente, exigem mais do maciço as valas a céu aberto, os túneis escavados com *shield*, e os túneis escavados por método mineiro." (p. 100) Os túneis Moringuinho e Nove de Julho, já mencionados anteriormente, construídos na década de 40, foram escavados por método mineiro.

No entanto, segundo Rocha & Celestino (1992), foi após a sistematização do NATM (New Austrian Tunnelling Method) que a confiabilidade das escavações mineiras cresceu a ponto de serem adotadas em larga escala, em áreas urbanas.

Os autores apontam que:

> A primeira aplicação daquele método em São Paulo foi feita para um túnel de 3m. de diâmetro em argila porosa (Negro e Eisenstein, 1981) em 1979. A primeira aplicação para túneis do Metrô ocorreu em 1981 para dois túneis singelos na Extensão Norte da Linha Norte-Sul. O trecho escavado em argila rija da Formação Resende comportou-se bastante bem. Entretanto no trecho inicial, escavado em aluviões recentes muito compressíveis e pouco resistentes, ocorreu instabilidade de frente, provocando recalques exagerados, agravados pelo rebaixamento do lençol freático. (Cruz et al., 1982; Celestino et al., 1982) (ROCHA & CELESTINO, 1992, p. 100)

Ainda de acordo com os autores, escavações por NATM já foram efetuadas, na Bacia Sedimentar de São Paulo, nas Formações Resende e São Paulo, em cada uma de suas unidades (areias, argilas porosa, vermelha e variegada e cinza). No entanto, nas chamadas "areias basais" (que se localizam sob as drenagens atuais e sobre o embasamento cristalino, abaixo da cota 715 m), na região central da cidade, não há escavações mineiras em volume expressivo. Nestas áreas, o METRÔ, pelo menos até a década de 90, empregou o método de

[92] Publicado na FOLHA DA VILA PRUDENTE, ed. 895, 07 a 13/ Agosto/ 2009

escavação com "*shield*", utilizando combinações de rebaixamento do lençol freático por poços e pressão interna de ar comprimido. (p. 100) No entanto, nos dois casos acima mencionados (Estação Pinheiros e região da Vila Prudente), em áreas de "areias basais" o METRÔ optou pela adoção de abertura de túneis através do método de escavação por NATM, cujo custo é inferior ao método de escavação com "*shield*".

Em relação aos impactos no meio físico, decorrentes da ocupação subterrânea de áreas urbanas, Campos et al (2006), destacam problemas derivados, sobretudo, da ocupação desordenada: a possibilidade de se provocar alterações danosas no sistema de aqüíferos naturais, com rebaixamento do seu nível ou promoção de contaminações; e a dificuldade em se encontrar áreas adequadas para a deposição do material escavado. Até mesmo obras subterrâneas bem mais simples como, por exemplo, instalação de dutos de água, podem acarretar problemas graves, como a instabilidade de encostas, principalmente quando associados a outras modalidades de intervenção antrópica.

Como exemplo, pode-se citar um incidente ocorrido, em janeiro de 2010, no município de Cotia, na Região Metropolitana de São Paulo, em área do rebordo cristalino da Bacia Sedimentar de São Paulo. Embora a área não se localize na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, serve para ilustrar a ocorrência de desestabilização de taludes em função de rompimento de dutos. Após alguns dias de chuvas fortes, surgiu uma cratera em via pública (Estrada Velha de Cotia), e ocorreu deslizamento de parte de um talude. Resta saber se tal episódio se deu em função de rompimento de duto de água da Sabesp, instalado sob a rua, na parte superior do talude; ou, em função da falta de critérios técnicos na execução de corte, favorecendo o deslizamento e causando o rompimento do duto de água.

Foto 59 Cratera aberta em via pública. (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP)
Fonte: www.cotiatododia.com.br/cta/noticia/noticias.php?id_noticia=2208

Foto 60 Deslizamento do talude. (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP)
Fonte: www.cotiatododia.com.br/cta/noticia/noticias.php?id_noticia=2208

Foto 61 Vista do talude onde ocorreu deslizamento. (Estrada velha de Cotia, Cotia/SP)
Observa-se a distância entre o deslizamento e o local onde os sedimentos se depositaram.
Foto: Moroz - Caccia Gouveia, I. C. (jan/2010)

Foto 62 Vista do deslizamento do talude(Estrada velha de Cotia, Cotia/SP)
Foto: Moroz - Caccia Gouveia, I. C. (jan/2010)

CAPÍTULO 8 - UNIDADES MORFOLÓGICAS COMPLEXAS

"Eu nem sei si vale a pena
Cantar São Paulo na lida,
Só gente muito iludida
Limpa o gosto e assopra a avena,
Esta angústia não serena,
Muita fome pouco pão,
Eu só vejo na função
Miséria, dolo, ferida,
Isso é vida?
[...]
Mas o pior desta nação
È ter fábrica de gás
Que donos-da-vida faz
Ianques e ingleses de ação,
Tudo vem de convulsão
Enquanto se insulta o Eixo,
Lights, Tramas, Corporation,
E a gente de trás pra trás,
Isso é paz?

Pois nada vale a verdade,
Ela mesma está vendida,
A honra é uma suicida,
Nuvem a felicidade,
E entre rosas a cidade,
Muito concha e relambória,
Sem paz, sem amor, sem glória,
Se diz terra progredida,
Eu pergunto:
Isso é vida?
Mário de Andrade, Grifo da Morte *in Livro Azul* (1933)

Como produto síntese desse estudo, elaborou-se o Mapa das Unidades Complexas da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí **(Mapa 8)**. Conforme já descrito, esse produto cartográfico resulta da sobreposição do Mapa da Geomorfologia Pré-urbana **(Mapa 1)** e Mapa da Morfologia Antropogênica **(Mapa 7)**.

Tal produto, no entanto, não foi gerado apenas com o intuito de representar as mudanças ocorridas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. É também um produto analítico que expressa as mudanças processuais decorrentes da sobreposição de determinadas morfologias antropogênicas sobre determinadas características da morfologia original.

Enquanto o Mapa da Morfologia Antropogênica permitiu interpretar, de forma mais genérica, como cada categoria da morfologia urbana interfere nos processos do sistema físico bacia hidrográfica; o Mapa das Unidades Complexas, permitiu uma análise mais detalhada, ao

nível de elementos ou segmentos de vertente (5º táxon). Nesse sentido, evidenciou-se que as formas antrópicas, ou induzidas pela ação antrópica, não se restringem ao 6º táxon; podendo ser observadas no 5º táxon ou ainda, em táxons superiores. Embora algumas morfologias antropogênicas não impliquem em mudanças diretas nas morfologias originais, elas podem implicar em mudanças nos processos, e, com isso, gerar formas de outra ordem escalar. Desse modo, não são apenas as mudanças nas formas (por exemplo, cortes e aterros) que influenciam os processos de uma vertente, mas a impermeabilização, por si só, já é capaz de modificar processos hidro-morfodinâmicos. Assim, embora as formas não tenham sido completamente modificadas (uma colina continua com a forma de uma colina, ou ainda, uma vertente convexa continua sendo uma vertente convexa), os processos que nela atuam modificam-se e, dependendo de sua magnitude e duração poderão gerar outras formas.

A seguir, apresentam-se, ainda que de forma sucinta, como as tendências de processos hidro-morfodinâmicos de cada morfologia original podem ser modificadas, de acordo com cada tipo de morfologia antropogênica.

- ELEMENTOS CONVEXOS E PLANO-CONVEXOS DA ALTA VERTENTE

Os elementos de vertente originalmente dotados de geometria convexa apresentam tendência a dispersar os fluxos hídricos. No entanto, na região estudada, quando situados no terço superior de uma vertente, apresentam declividades moderadas e, nesse caso, a tendência à dispersão de fluxos é atenuada. Assim, haveria um balanço com tendência ao equilíbrio entre escoamento superficial e infiltração ou, entre o componente paralelo e o perpendicular. Desse modo, em função da importância deste último, e, conseqüentemente, da infiltração, seriam aí também importantes os processos de erosão química, promovendo o espessamento do manto de alteração. Tal comportamento pode ser verificado quando a morfologia original se apresenta preservada ou semipreservada e, sobretudo, com cobertura vegetal.

No entanto, quando a cobertura vegetal é retirada e o solo fica exposto, ou, ainda, quando os horizontes superficiais do solo são removidos, a tendência geométrica de balanço entre os componentes paralelos e perpendiculares e a tendência à dispersão dos fluxos, pode se alterar. Por exemplo, o escoamento superficial difuso pode, em tese, superar a infiltração. Nesse caso, a morfogênese passaria a prevalecer, em detrimento da pedogênese e os processos erosivos laminares passariam a atuar, havendo maior mobilização de sedimentos. Essas mudanças, nessa morfologia original, podem ser verificadas por exemplo, na presença de mudanças antropogênicas, tais como aquelas mapeadas como "**Solo exposto/ Movimento de terra".**

Na "**fase inicial de urbanização"**, com a abertura de loteamentos, por exemplo, o escoamento superficial começaria a apresentar tendência à concentração, desenvolvendo processos erosivos predominantemente lineares, que culminam na formação de sulcos e ravinamentos.

As áreas em "**fase intermediária de urbanização"**, que, na área mapeada, caracterizam-se principalmente pelo adensamento de moradias precárias (favelas) em áreas sem infra-estrutura**,** também apresentariam escoamento superficial concentrado e tendência à mobilização de sedimentos, sobretudo em função da ausência de pavimentação nas ruas, e ausência ou deficiência de sistemas de micro-drenagem e saneamento.

As áreas em **"fase final de urbanização**", altamente impermeabilizadas e geralmente dotadas de infra-estrutura urbana, também apresentariam tendência aos fluxos de escoamento superficial concentrado e, quando dotadas de sistemas subterrâneos (abastecimento, saneamento, comunicação e transporte) podem apresentar problemas de instabilidade relacionadas ao rompimento de dutos, rebaixamento do lençol freático ou em função da drenagem subterrânea concentrada.

A formação de "**depósitos tecnogênicos"** nessa morfologia original implicaria na acentuação das declividades, e portanto, na aceleração de fluxos do escoamento superficial. Por outro lado, a natureza heterogênea dos materiais depositados e a descontinuidade de permeabilidade entre esses materiais e os materiais originais, seria uma nova condição de taxas de infiltração e de concentração de fluxos subsuperficiais, podendo criar planos de menor coesão entre os materiais, favorecendo a instabilização destas vertentes e podendo gerar movimentos de massa. Esses depósitos tecnogênicos, de alta heterogeneidade, podem favorecer a infiltração de água que, associada à umidade produzida pela decomposição de materiais de origem orgânica, constituem fatores igualmente relevantes para a instabilização deste sistema complexo.

As atividades de "**mineração"**, por sua vez, também alteram, de forma importante, a geometria original, criando grandes rupturas e remobilizando grandes volumes de materiais.

As obras de terraplenagem, abertura de vias de acesso, execução de "bota-foras", diques e barragens, ao desagregarem e exporem diferentes horizontes de solos e rochas, tornam essas superfícies mais suscetíveis aos processos erosivos em geral, e como conseqüência, podem causar o assoreamento de cursos d'água. Além disso, a conformação de taludes subverticais, pode implicar em instabilidades e gerar movimentos de massa.

- COLOS

São elementos de vertente que apresentam tendência à concentração de água por escoamento superficial e subsuperficial; e concentração de detritos finos, transportados via escoamento superficial. Apresentam tendência ao espessamento do manto de intemperismo. São áreas sujeitas, naturalmente, à erosão regressiva de cabeceiras.

Quando apresentam **"solo exposto"** há maior tendência ao escoamento superficial dos fluxos hídricos com possibilidade de desenvolvimento de fluxos concentrados e formas

erosivas lineares. Nesse caso, os fluxos concentrados em direção às cabeceiras de drenagem podem intensificar os processos de erosão regressiva. Em função da forte concentração de detritos finos, quando essas áreas são alvo de **"movimentos de terra",** podem apresentar problemas de instabilidade. Em casos de aterros, por exemplo, a natureza heterogênea dos materiais depositados e a descontinuidade de permeabilidade entre esses materiais e os materiais originais, seria uma nova condição de taxas de infiltração e de concentração de fluxos subsuperficiais, podendo criar planos de menor coesão entre os materiais, favorecendo a instabilização destas vertentes e podendo gerar movimentos de massas.

Na **"fase inicial de urbanização",** a abertura de loteamentos pode implicar em problemas de fluxos de escoamento concentrado superficial e subsuperficial.

As ocupações urbanas características da **"fase intermediária de urbanização"**, podem apresentar problemas de instabilidade, em função de depósitos de sedimentos finos e inconsolidados.

As áreas em **"fase final de urbanização**", altamente impermeabilizadas e geralmente dotadas de infra-estrutura urbana, também apresentam tendência aos fluxos de escoamento superficial concentrados e, quando dotadas de sistemas subterrâneos (abastecimento, saneamento, comunicação e transporte) podem apresentar problemas de estabilidade relacionadas ao rompimento de dutos, rebaixamento do lençol freático ou em função da drenagem subterrânea concentrada.

- ELEMENTOS CONVEXOS E PLANO-CONVEXOS DA BAIXA VERTENTE

Os elementos dotados de geometria convexa, apresentam tendência a dispersar os fluxos hídricos, através do escoamento superficial. Quando desprovidos de cobertura vegetal (**Áreas de solo exposto/movimento de terra)** apresentam tendência ao escoamento superficial difuso e processos erosivos laminares, com grande mobilização de materiais.

Em áreas de **"fase inicial de urbanização"** a mesma tendência se verifica. Porém, a abertura de ruas, ao implicar em rupturas na geometria, acaba concentrando fluxos de escoamento e deflagrando processos erosivos lineares.

Nas áreas correspondentes à **"fase intermediária de urbanização"** prevalece também tal comportamento; enquanto que, em áreas de "**fase final de urbanização"** altamente impermeabilizadas e dotadas de infra-estrutura**,** tais como pavimentação de ruas, há ainda a tendência à formação de enxurradas durante eventos chuvosos, quando situados em porções de declividades acentuadas. Se os sistemas de micro-drenagem urbana forem mal dimensionados ou ineficientes, em função de obstruções, os fluxos podem apresentar velocidades consideráveis e concentrarem-se nas partes mais baixas e aplainadas, ocasionando pontos de alagamentos.

- ELEMENTOS CÔNCAVOS E PLANO-CÔNCAVOS DA ALTA E BAIXA VERTENTE E SEGMENTOS RETILÍNEOS DA ALTA E BAIXA VERTENTE

Os elementos côncavos e plano-côncavos de alta e baixa vertente associam-se às cabeceiras e canais de drenagens sendo, portanto, elementos concentradores de fluxos hídricos. Assim, apresentam tendência ao escoamento superficial concentrado, sobretudo nas partes inferiores das vertentes.

Os segmentos retilíneos, por sua vez, apresentam comportamento hidrodinâmico diretamente condicionado pelas declividades. Segmentos pouco declivosos, geralmente localizados no terço superior das vertentes, apresentariam tendência ao escoamento superficial difuso enquanto que, em segmentos mais declivosos prevaleceria o escoamento superficial concentrado. Assim, observa-se, via de regra, maior tendência a processos erosivos lineares em altas e médias vertentes.

Quando desprovidas de cobertura vegetal ("**áreas de solo exposto/movimento de terra**" ou ainda, em **"áreas em fase inicial de urbanização"**, intensifica-se o escoamento

superficial concentrado nos segmentos retilíneos e, nos elementos côncavos, tanto o escoamento superficial concentrado quanto subsuperficial, deflagrando processos de erosão linear.

Áreas em **"fase intermediária de urbanização",** quando instaladas em segmentos côncavos apresentam instabilidade potencial, em função da execução de cortes e aterros, ausência de disciplinamento de águas pluviais e águas servidas, e presença de depósitos de lixo e entulho.

Áreas em **"fase final de urbanização"** apresentam tendência ao escoamento superficial concentrado, com ocorrência de enxurradas, principalmente se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes.

Aterros **(Movimento de Terra** ou **Depósitos Tecnogênicos)** em segmentos côncavos podem implicar em sérios problemas de instabilidade. As descontinuidades, entre as diferentes camadas de aterro, e entre essas e os depósitos originais, quando associados à infiltração e circulação subsuperficial da água, podem deflagrar movimentos de terra.

As mudanças nos processos hidro-morfodinâmicos em função de morfologias antropogênicas, foram apresentadas em linhas gerais. No entanto, é preciso ressaltar diferenças importantes entre os terrenos sedimentares e cristalinos; diferenças essas que implicam, obviamente, também em respostas diferentes face às modificações antrópicas. Considerando a maior suscetibilidade à erosão e as declividades mais acentuadas dos terrenos cristalinos, entende-se que as mudanças nos processos, em função das modificações antrópicas nessa unidade, apresentam diferenças nos limiares, na magnitude e na freqüência das respostas apontadas anteriormente.

Desse modo, há que se considerar que nos terrenos cristalinos, morfologias antropogênicas relacionadas à urbanização em "**fase inicial**" ou "**intermediária**", bem como áreas com "**solo exposto/movimento de terra**" ou "**mineração**", implicariam, em tese, em

processos erosivos bastante severos, sobretudo quando há a remoção dos horizontes superficiais do solo (horizontes A e B). Nessas condições configuram-se, portanto, em áreas-fonte de sedimentos, contribuindo significativamente para o assoreamento dos canais de drenagem e, conseqüentemente, para o aumento da freqüência e magnitude de inundações.

Além da grande suscetibilidade à erosão, as declividades acentuadas dos terrenos cristalinos contribuem para ocorrência de deslizamentos de terra, sobretudo em áreas desmatadas e com cortes e aterros. Ainda, a impermeabilização de tais áreas implica no aumento da velocidade dos fluxos hídricos, gerando torrencialidade e contribuindo para a ocorrência de inundações nos fundos de vale.

Quanto às morfologias associadas às planícies fluviais, identificam-se as seguintes mudanças nas formas, materiais e processos:

- TERRAÇOS FLUVIAIS

A presença de depósitos turfosos holocênicos, observados por Ab'saber (1957) recobrindo terraços bem como trechos da planície de inundação e sopés das colinas, na área de estudo, evidenciam problemas de má drenagem e saturação dos solos nessa morfologia, em suas condições originais.

Ao serem desprovidas de vegetação ou mesmo aterradas, apresentam tendência à forte concentração de água em alguns níveis internos e superficiais, com a formação de lâminas d'água durante eventos chuvosos e, em função de aterros executados nas planícies de inundação adjacentes, passam a ser palco de inundações.

Essas características hidrodinâmicas, associadas às características do material superficial original, constituído por sedimentos inconsolidados e material turfoso, podem implicar em problemas de instabilidade, dificultando a instalação e manutenção de edificações e de infra-estrutura superficial (obras viárias, por exemplo) e subterrânea (túneis, dutos, etc).

- PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

Por constituírem-se em leito maior dos sistemas fluviais, essa morfologia caracteriza-se pela ocorrência de inundações. Durante os períodos chuvosos, quando as vazões superam a capacidade de escoamento do canal fluvial (leito menor), ocorre o extravasamento das margens plenas e as águas espraiam-se na planície de inundação. A freqüência e magnitude das inundações, em condições naturais, variam de acordo com intensidade das cheias. Desse modo, eventos sazonais são responsáveis pela inundação do chamado leito maior periódico[93], enquanto eventos de grande magnitude implicam na inundação do chamado leito maior excepcional.

A dinâmica de inundações é responsável pelo desenvolvimento, na planície de inundação, de diferentes elementos topográficos (diques marginais, sulcos, depósitos de recobrimento e as bacias de inundação), resultantes dos processos de sedimentação. No entanto, embora sejam ambientes onde prevalecem os processos agradacionais, verifica-se também atividade erosiva nas margens dos canais.

Como já mencionado, as planícies de inundação sofreram intervenções através da retificação de cursos d'água, aterros e impermeabilizações. Os aterros efetuados transformam tais superfícies em "terraços tecnogênicos". Esses depósitos de materiais alóctones diversos, quando não impermeabilizados, apresentam problemas de drenagem interna e de compactação. Ao se elevarem as planícies de inundação através de aterros, as áreas de inundações se ampliam em cotas mais elevadas, atingindo até mesmo os terraços fluviais, antes protegidos pelas diferenças altimétricas.

As mudanças antropogênicas nos canais fluviais tais como retificações e tamponamentos, apenas transferem os problemas de inundações para outros locais. Enquanto as retificações aceleram a velocidade dos fluxos hídricos, os tamponamentos favorecem o

[93] Christofoletti (1981) aponta 1,58 anos como intervalo de recorrência de inundações periódicas.(p.76).

assoreamento e entulhamento dos canais fluviais confinados, uma vez que as operações de manutenção e limpeza são dificultadas ou inviabilizadas.

Além dessas avaliações de caráter qualitativo, acerca das mudanças nas formas, materiais e processos em função da urbanização, o Mapa de Unidades Complexas permite ainda, análises espaciais quantitativas que, a partir de indicadores, possibilitam a avaliação de mudanças. Dentre as inúmeras possibilidades de leituras e interpretações apresentam-se, de forma sintética, no Quadro 7, alguns resultados obtidos, que permitem avaliar quantitativamente as mudanças decorrentes da urbanização, nos subsistemas físicos.

				Parâmetro	Unidade/ Elemento	Quadro			Magnitude de Mudança		
						Original	Atual		Extensão/ área	% do total original da unidade/elemento	% do total da BHRT
Subsistema	Canais Fluviais	Indicador	Morfológico	Comprimento	Rio Tamanduateí	**39,1 Km**	36,3 Km		Redução de 2,8 Km	Redução de 7,1%	Redução de 7,2 % da extensão total dos cursos d'água
					Demais Cursos d'água	**662,5 Km**	614,6 Km		Redução de 47,9 Km	Redução de 7,2%	
				Padrão	Rio Tamanduateí	**39,1 Km**	Retificado	27,1 Km	27,1 Km	Modificação em 69,3%	Retificação de 13% da extensão total dos cursos d'água
							Tamponado	2,5 Km	2,5 Km	Modificação em 6,3%	
					Todos os cursos d'água	**701,6 Km**	Retificado	64,7 Km	64,7 Km	Modificação em 9,2%	Tamponamento de 25,5% da extensão total dos cursos d'água
							Tamponado	176,8 Km	176,8 Km	Modificação em 25,2%	
	Planícies Fluviais	Indicadores	Materiais superficiais	Impermeabilização	Planícies de Inundação	0 Km²	38,9 Km²		38,9 Km²	Modificação em 88,2%	Modificação de 15%
					Terraços Fluviais	0 Km²	11,0 Km²		11,0 Km²	Modificação em 88,7%	
				Solos Perturbados	Planícies de Inundação	0 Km²	1,0 Km²		1,0 Km²	Modificação em 2,2%	Modificação de 0,33%
					Terraços Fluviais	0 Km²	0,1 Km²		0,1 Km²	Modificação em 0,8%	
				Cobertura Vegetal	Planícies de Inundação	44,1 Km² (área total)	4,2 Km²		Redução de 39,9 Km²	Redução de 90,5%	Redução de 15,4%
					Terraços Fluviais	12,4 Km² (área total)	1,3 Km²		Redução de 11,1 Km²	Redução de 89,6%	
			Hidro-geomorfológico	Áreas de armazenamento de águas		Planícies de inundação 44,1 km³ (capacidade de armazenamento de 44.100.000 m³)	Reservatório de detenção 0,43 Km² (capacidade de armazenamento 3.500.000 m³)		Redução de 82,6% da capacidade de armazenamento de águas		
							Áreas verdes 4,2 Km² (capacidade de armazenamento 4.200.000 m³)				
	Conjuntos interfluviais e de vertentes	Indicadores	Materiais superficiais	Impermeabilização	Terrenos sedimentares	0 Km²	134,5 Km²		134,5 Km²	Modificação em 93,7%	Modificação de 68,3%
					Terrenos cristalinos	0 Km²	91,8 Km²		91,8 Km²	Modificação em 71,0%	
				Solos Perturbados	Terrenos sedimentares	0 Km²	2,0 Km²		2,0 Km²	Modificação de 1,4%	Modificação de 1,9%
					Terrenos cristalinos	0 Km²	4,2 Km²		4,2 Km²	Modificação de 3,2%	
				Cobertura Vegetal	Terrenos sedimentares	143,4 Km² (área total)	6,9 Km²		Redução de 135,5 Km²	Redução de 94,5%	Redução de 69,9%
					Terrenos cristalinos	129,3 Km² (área total)	33,3 Km²		Redução de 96,0 Km²	Redução de 74,2%	
			Hidro-geomorfológicos	Áreas com tendência ao escoamento superficial	Terrenos sedimentares	92,6 Km²	141,4 Km²		Acréscimo de 48,8 Km²	Acréscimo de 52.6%	Acréscimo de 21,2%
					Terrenos cristalinos	100,3 Km²	121,8 Km²		Acréscimo de 21,5 Km²	Acréscimo de 21,4%	
				Áreas com tendência à infiltração	Terrenos sedimentares	50,7 Km²	2,0 Km²		Redução de 48,5 Km²	Redução de 95,6 %	Redução de 21,1 %
					Terrenos cristalinos	29,0 Km²	7,4 Km²		Redução de 21,6 Km²	Redução de 74,3%	
				Áreas com tendência ao escoamento difuso	Terrenos sedimentares	51,6 Km²	23,3 Km²		Redução de 28,3 Km²	Redução de 54,8%	Redução de 26,1%
					Terrenos cristalinos	54,2 Km²	12,8 Km²		Redução de 41,4 Km³	Redução de 76.5 %	
				Áreas com tendência ao escoamento concentrado	Terrenos sedimentares	41,1 Km²	118,1 Km²		Acréscimo de 77 Km²	Acréscimo de 187,3%	Acréscimo de 42,3%
					Terrenos cristalinos	46,1 Km²	109,1 Km²		Acréscimo de 63 Km²	Acréscimo de 136,7%	

Quadro 7 Síntese das Mudanças decorrentes da urbanização, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí
Elaboração: Moroz – Caccia Gouveia, I. C.

Como se observa, o Quadro 7 apresenta dados bastante importantes a respeito das mudanças antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí. Todos os valores foram obtidos a partir do Mapa das Unidades Morfológicas Complexas, através dos recursos oferecidos pelo *software Arcgis 9.* Entretanto, cumpre explicitar aqui, os critérios adotados para a obtenção dos valores apresentados, conforme segue:

- Parâmetro "Impermeabilização" (Subsistemas Planície Fluviais e Conjuntos Interfluviais e vertentes): Para a obtenção desses dados foram considerados o total de áreas com morfologia "Estágio Final de Urbanização" mais 90% do total das áreas com morfologia "Estágio Intermediário de Urbanização". Como mencionado anteriormente, a morfologia "Estágio Intermediário de Urbanização" corresponde, neste caso, à áreas de favelas. Desse modo, considerou-se tais áreas como sendo predominantemente impermeabilizadas em função da alta densidade de ocupações (90%), ainda que possam apresentar pequenas parcelas de solo exposto (10%) nos lotes e nos arruamentos;

- **Parâmetro "Solos Perturbados" (Subsistemas Planície Fluviais e Conjuntos Interfluviais e vertentes):** Os dados relativos a esse parâmetro referem-se ao total de áreas com "solo exposto/movimento de terra", "mineração", "depósitos tecnogênicos" e "Áreas de Estágio Inicial de Urbanização" mais 10% do total das áreas com morfologia "Estágio Intermediário de Urbanização", de acordo com justificativa apresentada anteriormente. Importante ainda ressaltar que os dados referentes a esse parâmetro refletem claramente, o quadro atual de áreas-fonte de sedimentos, na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí;

- **Parâmetro "áreas de armazenamento de águas" (Subsistema Planície Fluvial):** Para a obtenção dos dados referentes à esse parâmetro, considerou-se, para efeito dos cálculos, que a capacidade original de armazenamento das planícies de inundação seria de $1m^3/m^2$ de superfície, ou seja, cada metro quadrado de área de planície de inundação seria capaz de armazenar temporariamente, durante os picos de vazão, um metro cúbico de água. Como não

foram encontradas referências na bibliografia consultada, que forneçam valores sobre a capacidade de armazenamento de águas das planícies de inundação, optou-se por adotar tal relação, embora se acredite que esta esteja subestimada. Ponderou-se ainda que as áreas de planície de inundação, que no quadro atual ainda possuem cobertura vegetal, conservam a mesma capacidade de armazenamento. O valor referente à capacidade máxima de armazenamento de águas dos reservatórios de detenção foi obtido na página eletrônica do DAEE[94].

- **Parâmetro "áreas com tendência à infiltração" (Subsistema Conjuntos Interfluviais e vertentes):** Os valores obtidos para esse parâmetro referem-se à área total correspondente da morfologia original "Elementos convexos e plano-convexos da Alta Vertente" e, no quadro atual, apenas as áreas com tal morfologia que ainda conservam algum tipo de cobertura vegetal, ou seja, que possuem a morfologia original preservada ou semipreservada;

- **Parâmetro "áreas com tendência ao escoamento difuso" (Subsistema Conjuntos Interfluviais e vertentes):** Os valores obtidos para esse parâmetro referem-se, no quadro original, às áreas totais correspondente à morfologia original "Colos" e "Elementos convexos e plano-convexos da Baixa Vertente", mais 50% da área total dos "Elementos côncavos e plano-côncavos + segmentos retilíneos da Alta e Baixa Vertente" (originais e preservadas ou semipreservadas). Entende-se que essas últimas, em condições originais, podem apresentar escoamento difuso nos setores da alta vertente , assim como escoamento concentrado nos seus setores inferiores. Desse modo, adotou-se como referência, 50% do total da área com essas morfologias. Ainda em relação a esse parâmetro, para o quadro atual, foram consideradas as áreas correspondentes à morfologia original "Elementos convexos e plano-convexos da Alta Vertente" com morfologias antropogênicas tais como "Solo exposto/movimento de terra", "Mineração", "Depósitos Tecnogênicos" e "Áreas em Estágio Inicial de Urbanização";

---

[94] http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=60:piscinoes-home&catid=38:piscinoes&Itemid=13

- Parâmetro "áreas com tendência ao escoamento concentrado" (Subsistema Conjuntos Interfluviais e vertentes): Os valores obtidos para o quadro original, pelos mesmos motivos expostos no item anterior, referem-se à 50% área total correspondente à morfologia original "Elementos côncavos e plano-côncavos + segmentos retilíneos da Alta e Baixa Vertente". Para o quadro atual, foram consideradas todas as áreas correspondentes ao "Estágio Final de Urbanização" (independente da morfologia original), 90% das áreas correspondentes ao "Estágio Intermediário de Urbanização" e todas as áreas correspondentes às morfologias originais "Colos", "Elementos convexo e plano-convexos da Baixa Vertente" e, "Elementos côncavos e plano-côncavos + segmentos retilíneos da Alta e Baixa Vertente" com morfologias antropogênicas correspondentes às áreas em "Estágio Inicial de Urbanização", "Solo exposto/movimento de terra", "Mineração" e "Depósitos Tecnogênicos".

Os valores obtidos para os parâmetros "Áreas com tendência à Infiltração", "Áreas com tendência ao escoamento difuso" e "Áreas com tendência ao escoamento concentrado" refletem claramente os efeitos da urbanização na bacia hidrográfica.

No quadro original, cerca de 24% da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentava tendência à infiltração. No quadro atual, essas áreas foram reduzidas, equivalendo à apenas 2,8% da área da bacia hidrográfica. Do mesmo modo, as áreas com tendência ao escoamento difuso que, no quadro original, correspondiam à cerca de 32% da área total, hoje correspondem a aproximadamente 11% da área da bacia hidrográfica. Por outro lado, as áreas com tendência ao escoamento concentrado que, no quadro original restringiam-se a 26,4%, atualmente correspondem a mais de 68% da área total da bacia hidrográfica.

Outro dado importante refere-se aos terrenos com capacidade de armazenamento de água. Atualmente 88,7% das áreas correspondentes às planícies de inundação encontram-se impermeabilizadas e 2,2%, com solos perturbados, ou seja, com aterros e solo exposto. Apesar de todos os investimentos em obras para minimizar as inundações, avalia-se, neste

estudo, que os "piscinões", se funcionassem plenamente, teriam apenas 7,9% da capacidade original de armazenamento das planícies de inundação. Lembrando que o valor atribuído à capacidade original de armazenamento das planícies de inundação foi subestimado, o que leva a crer que, na realidade, esse percentual seja ainda menor.

O gráfico abaixo apresenta as mudanças no comportamento hidrodinâmico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, decorrentes das modificações antrópicas.

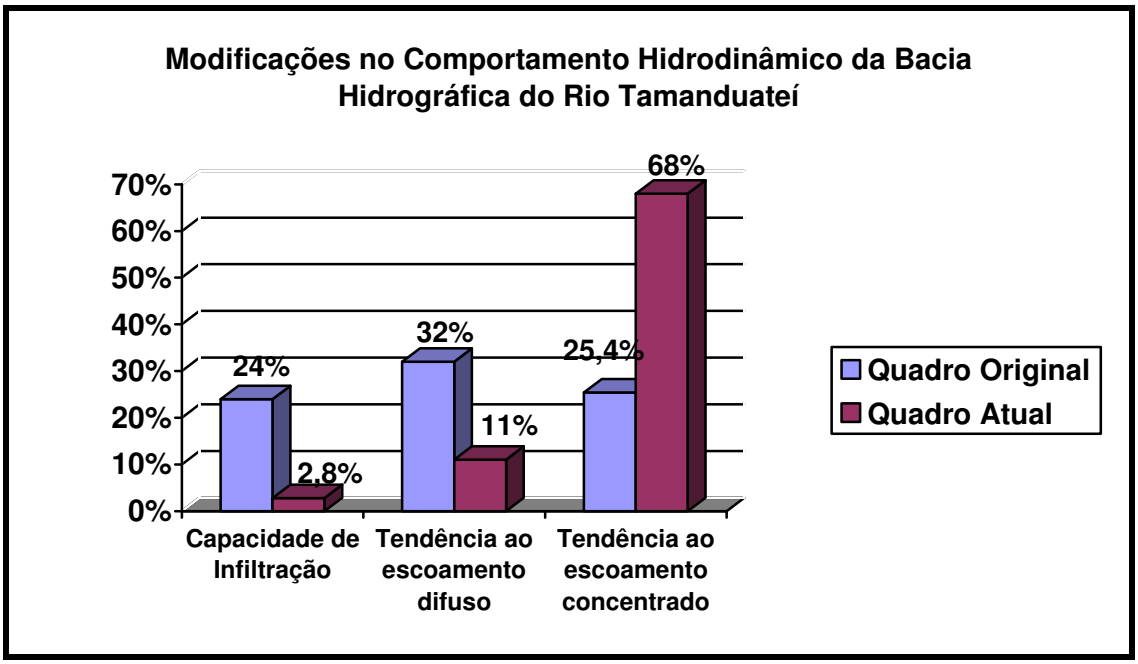


Gráfico 47 Mudanças no comportamento hidrodinâmico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C.

Observando o gráfico acima nota-se que o quadro original da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí indicava um balanço bastante equilibrado entre as taxas de infiltração, escoamento superficial difuso e escoamento superficial concentrado. Ainda que, segundo o gráfico, a tendência à infiltração se apresentasse inferior ao escoamento superficial, deve-se ressaltar que tais estimativas foram feitas considerando apenas a geometria das vertentes. Acredita-se que, no quadro original, tal diferença fosse menos significativa, em função da presença de cobertura vegetal.

Já no quadro atual, verifica-se que a tendência ao escoamento superficial concentrado é quase 5 vezes maior que a da infiltração e do escoamento superficial difuso. Essas mudanças nas taxas dos processos hidrodinâmicos podem explicar as mudanças na magnitude e freqüência de inundações e na produção de sedimentos na bacia hidrográfica, lembrando ainda que tais processos são ainda mais agravados pela entrada de água proveniente de outras bacias e pela produção de lixo e outros materiais tecnogênicos.

Com o intuito de ilustrar as análises acima, apresentam-se a seguir fluxogramas representando as dinâmicas pré-urbanização e no momento atual, no sistema bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí:

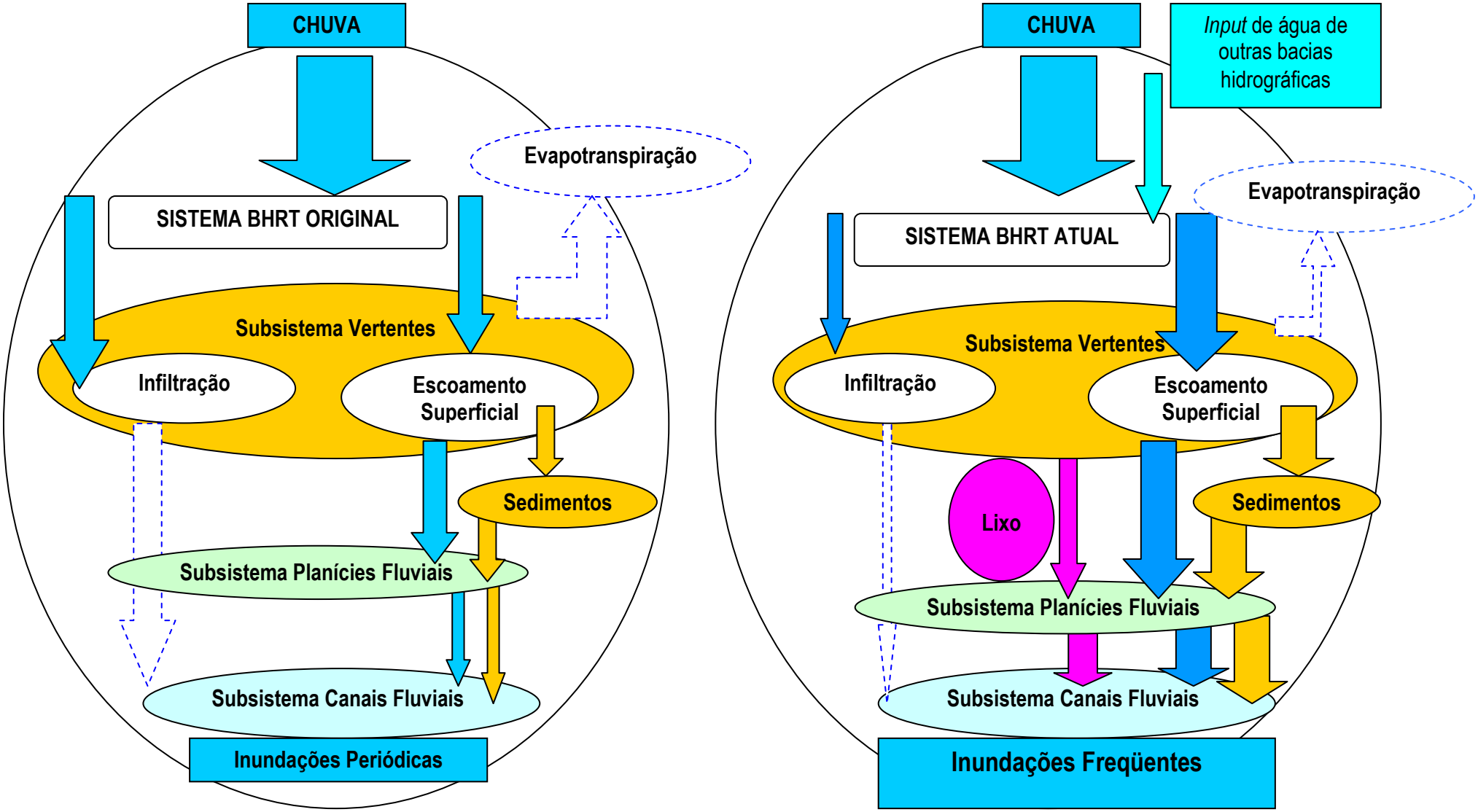


Figura 37 Fluxogramas dos processos hidrodinãmicos na Bacia do Rio Tamanduateí no quadro original e quadro atual.
Elaboração: Moroz - Caccia Gouveia, I. C. & Gouveia, J. M. C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apresentado no início, este estudo partiu de duas hipóteses distintas: uma de caráter metodológico e outra, de caráter analítico.

Na primeira, de caráter metodológico, admitiu-se que, embora o sítio original da Região Metropolitana de São Paulo tenha, ao longo de aproximadamente duzentos anos, sofrido inúmeras intervenções e transformações antrópicas; ainda seria possível, através da pesquisa geomorfológica e cartográfica, resgatar suas características originais e, através dessas, avaliar as modificações nos processos geomorfológicos, em função das mudanças impressas nas formas e materiais.

Tal assertiva já havia sido comprovada através de estudos anteriores, desenvolvidos em pesquisas do projeto "*100 ANOS DE URBANIZAÇÃO E MUDANÇAS EM SISTEMAS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO*", sob coordenação da Profª Drª Cleide Rodrigues, do Departamento de Geografia (FFLCH-USP).

No entanto, na presente pesquisa, algumas dificuldades adicionais surgiram, visto que os estudos anteriores, ainda que elaborados em escalas de maior detalhe, restringiram-se a áreas de menores dimensões e de urbanização mais recente. Desse modo dispunham, por exemplo, de fontes cartográficas (cartas topográficas e fotografias aéreas) mais acessíveis e com melhor qualidade técnica.

Entretanto, conforme se verificou, o processo de urbanização na área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentou-se bastante complexo. Além de abrigar o embrião da cidade de São Paulo e, portanto, apresentar mudanças decorrentes da urbanização já no século XVII, foi palco ainda de importantes transformações que refletem inclusive, o desenvolvimento econômico do país.

Ao constatar-se que significativas modificações foram efetuadas no sistema físico original, tais como as primeiras retificações que ocorreram já no início do século XIX, teve-se

que recorrer a fontes cartográficas mais antigas (plantas e mapas do século XIX) e ainda, à documentos iconográficos e à informações dispersas em inúmeras obras bibliográficas, principalmente àquelas dedicadas à historiografia da cidade de São Paulo. Essas fontes de pesquisa, menos usuais em estudos geomorfológicos, já haviam sido apontadas por Rodrigues (2001, 2004), como recursos a serem utilizados para o resgate da morfologia original.

Desse modo, o estudo enveredou por trilhas ainda pouco exploradas no campo da Geomorfologia, ao menos no Brasil, transformando-se em um tipo de pesquisa que pode ser denominada de "Geomorfologia Urbana Histórica[95]".

O termo "histórico" aqui empregado, refere-se à "História" *stricto sensu*, a história do tempo dos Homens e não à história do tempo geológico ou da natureza, como quando utilizada pela Geologia Histórica. Trata-se aqui, da investigação da evolução ou transformação geomorfológica na escala do tempo histórico do Homem, e tendo o Homem como principal agente da transformação.

Assim, o "tempo histórico do Homem" refere-se à história de apropriação e modificação do espaço, cujas características e ritmos, no caso da urbanização, têm relação direta com o desenvolvimento econômico mundial e nacional, e o desenvolvimento das técnicas e seus paradigmas.

O estudo evolutivo das mudanças antrópicas no sistema físico Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, sistematizado por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva (Mapa da Geomorfologia Pré-Urbana) e evolutiva (Mapas da Urbanização e Mudanças Morfológicas), possibilitou avaliações qualitativas e quantitativas das mudanças nos processos geomorfológicos, em função das modificações impressas nas formas e nos

[95] Rodrigues, C. & Goudie, A. (no prelo), apoiados fundamentalmente em Trimble (2008), propõem a denominação de "Geomorfologia Urbana Histórica" para estudos geomorfológicos retrospectivos, relacionados à pré-urbanização.

materiais, sistematizadas no Mapa da Morfologia Antropogênica e Mapa das Unidades Morfológicas Complexas.

Acredita-se que, em termos de reconstituição da morfologia original da Região Metropolitana de São Paulo, a área da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentou os maiores desafios possíveis, em função do alto grau de antropização em que se encontra, e do longo período de tempo através do qual as mudanças antrópicas vêm se processando na área. Superados esses desafios, considera-se que a aplicação da metodologia para a bacia hidrográfica em questão, adotando-se esta escala espacial intermediária, que complementa os estudos anteriores, mais detalhados ou mais genéricos, contribuiu de forma significativa para a própria avaliação e para o próprio desenvolvimento da linha de pesquisa, sob diversos ângulos. Exemplificando, evidenciou-se possíveis colaborações laterais, a exemplo de estudos de geografia urbana ou mesmo, para as modelagens hidrológicas.

Embora não se possa afirmar que a metodologia proposta por Rodrigues (1999, 2004) tenha um caráter de aplicabilidade universal, no que se refere à cartografia retrospectiva (reconstituição da morfologia original), uma vez que esta depende da disponibilidade de registros históricos (documentação cartográfica, bibliográfica e iconográfica), a presente pesquisa comprova que para a Região Metropolitana de São Paulo, área para a qual essa metodologia foi desenvolvida, ela é plenamente aplicável e viável. Acredita-se ainda, que seja aplicável também em outros contextos urbanos.

As dificuldades enfrentadas alertam ainda para uma questão séria: a grande quantidade de informações que vêm sendo perdida ao longo dos anos, em função do descaso de instituições públicas na organização e manutenção de acervos documentais, e da ausência de centralização de informações. Acredita-se que, em função disso, muitas informações importantes para o resgate das características físicas originais da área de estudo e da RMSP, tenham sido perdidas por má conservação, ou destruídas pelo desconhecimento de seu valor

histórico e científico; ou ainda, estejam engavetadas ou encaixotadas em arquivos mortos. Cumpre ainda destacar, como aspecto que dificulta as pesquisas e estudos relacionados ao meio físico, a postura de grande parte das empresas de engenharia que não disponibiliza dados obtidos durante a execução de obras (dados de sondagens, por exemplo) pois consideram esses como produtos que foram elaborados para fins específicos - portanto, patrimônio da empresa ou do contratante -, e não como conhecimento científico a ser compartilhado.

Quanto à segunda hipótese, de caráter analítico, que partiu do pressuposto de que respostas ou processos resultantes de alto grau de intervenção antrópica podem apresentar magnitudes comparáveis a eventos anômalos de ciclos naturais, acredita-se que os resultados obtidos nas avaliações quantitativas comprovam tais suposições.

As intervenções antrópicas são capazes de produzir mudanças nas formas, materiais e processos, em ritmos muito mais acelerados, alterando suas escalas de tempo de ocorrência. Produzem modificações nas taxas e balanços dos processos, alterando freqüência, magnitude e limiares de eventos ou podem ainda, induzir a instalação de novos processos.

Em que condições naturais, seria possível, num período de uma década, ou menos, mudanças na morfologia de um canal fluvial tais como aquelas verificadas no Rio Tamanduateí? Certamente, em ambientes extremamente dinâmicos como planícies flúvio-marinhas ou mesmo fluviais, como as planícies amazônicas. No entanto, no contexto morfoclimático atual da área de estudo, modificações dessa natureza somente ocorreriam, num intervalo de tempo tão curto, como resultado de eventos anômalos, como por exemplo, uma longa seqüência de anos chuvosos.

Em que condições naturais seria possível, num período de pouco mais de uma centena de anos, a supressão de mais de 90% das planícies de inundação, em uma bacia hidrográfica, através de uma elevação topográfica de cerca de 2 metros? Da mesma maneira, somente eventos anômalos de ciclos naturais, tais como mudanças climáticas, poderiam reduzir as

áreas de infiltração de uma bacia hidrográfica em 21% de seu total, e aumentar em quase 50%, a tendência ao escoamento superficial concentrado, em pouco mais de uma centena de anos. Também um aumento de mais de 2000% nas vazões máximas extremas de um rio, nesse intervalo de tempo, somente poderia ser explicado por eventos climáticos anômalos ou talvez, por capturas de drenagem ocasionadas por eventos tectônicos.

Tais constatações encontram respaldo em Tricart (1977). Para o autor, mudanças bruscas na morfodinâmica, capazes de criar meios fortemente instáveis, seriam desencadeadas pela geodinâmica interna (vulcanismo e atividades tectônicas), pela influência climática ou, pela ação antrópica. Tricart (op cit) alertava ainda que a ação antrópica enquanto agente geomorfológico, "tem construído e destruído as formas da superfície num tempo bem menor do que aquele em que os meios originais estáveis ou *intergrades* o fazem." (RODRIGUES, 2004, p.97) e que mesmo tratando-se de meios fortemente instáveis, "as oscilações climáticas naturais não provocam, senão excepcionalmente, fenômenos semelhantes, pois são menos brutais. Seus efeitos são menos radicais." (TRICART, 1977, p. 56).

Diante disso, pode-se concluir que o ritmo e a magnitude das modificações impressas nos sistemas físicos, decorrentes da ação antrópica, são comparáveis a eventos naturais catastróficos. O emprego do termo "catastrófico" não se justifica aqui, apenas como força de expressão, mas remete à definição proposta por Brunsden (1990),

> catástrofe é um acontecimento que produz uma subversão da ordem ou sistema sob consideração. Envolve um colapso do comportamento do sistema anterior e elimina o próprio sistema, de modo que a evolução do relevo efetivamente tem que começar de novo. O novo sistema será caracterizado por novos conjuntos de formas de relevo e novo estado de processo. (BRUNSDEN, 1996, p. 280).

Fim

BIBLIOGRAFIA

ABGE *Mesa Redonda: Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, ABGE, São Paulo, 1980, 190 p.

ABGE *Os solos da cidade de São Paulo (Histórico das Pesquisas),* Artigo Técnico nº 17, ABGE, São Paulo, 2002, 103p.

AB`SABER, A. N. Os terraços fluviais da região de São Paulo. *Anuário da Fac. De Filosofia do Instituto Sedes Sapientie, v. 10*,.São Paulo, 1953, p. 86-104.

AB`SABER, A. N. O sítio urbano de São Paulo, In: AZEVEDO, A. (org) *A cidade de São Paulo, estudos de Geografia Urbana, vol. I, a Região de São Paulo*, Cia. Editora Nacional, São Paulo, 1956(a), p.169-245.

AB`SABER, A. N. A terra paulista. *Boletim Paulista de Geografia São Paulo*, n. 23, São Paulo, 1956(b), p. 5-38.

AB`SABER, A. N. *Geomorfologia do sitio urbano de São Paulo*. (Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo). São Paulo. 1957, 219 p.

AB`SABER, A. N. O quaternário na bacia de São Paulo: estado atual dos conhecimentos Geomorfologia, *Geomorfologia n. 8,* , IGEOG-USP,São Paulo, 1959, p. 1-15.

AB`SABER, A. N. O problema das paisagens originais do sítio urbano de São Paulo *Notícia Geomorfológica* São Paulo, v. 4, n. 7/8, abr./ago. Campinas, 1961 , p. 52-55

AB'SABER, A N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. in *Geomorfologia n.l8* -IGEOG USP- São Paulo, 1969, p 1-23.

AB'SABER, A. N. O Quaternário na Bacia de Taubaté: o estado atual dos conhecimentos. *Geomorfologia n.7*, IGEOG-USP São Paulo, 1969a. p. 1-23.

AB`SABER, A. N. Ocorrências de "stone lines" na região de São Paulo *Geomorfologia n. 10,* IGEOG-USP, São Paulo, 1969b, p. 9-10.

AB`SABER, A. N. Pedimentos e bacias detríticas pleistocênicos em São Paulo. *Geomorfologia n.9* , IGEOG-USP, São Paulo, 1969c, p. 1-11.

AB`SABER, A. N. Problemas do mapeamento Geomorfológico do Brasil. In: *Geomorfologia nº 6*, IGEOG-USP, USP, São Paulo, 1969d. p.1-16.

AB`SABER, A. N. A Planície do Tietê no Planalto Paulistano, In: *Geomorfologia nº 57*, IGEOG-USP, São Paulo, 1978, p 1-24.

AB`SABER, A. N. Mudanças urbanas em São Paulo. *Publicação do SESC, nº 11*, p.33-34, São Paulo, 1999. p.33-34.

AB`SABER, A. N. O Alto Tamanduateí e a região de Mauá: um roteiro de estudos para a elaboração de um projeto. Prefeitura do Município de Mauá, *Simpósio Nascentes: o rio e a cidade*, Mauá, 2003, p. 99-130

.AB`SABER, A. N. Natureza primária de São Paulo de Piratininga, *Scientific American Brasil,* edição 25 - Junho 2004, Duetto Editorial, São Paulo, 2004a.

AB'SABER, A. N. Gênese de uma megalópole – a vôo de pássaro *in* SÃO PAULO / SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA / MUSEU DA CIDADE DE SÃO PAULO

Expedição São Paulo 450 anos: uma viagem por dentro da metrópole. Instituto Florestan Fernandes, São Paulo, 2004b, p.15-16.

AB`SABER, A. N. *São Paulo: Ensaios entreveros*. EDUSP/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 2004c, 518p.

AB`SABER, A. N. & BERNARDES, N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo in *Congresso Internacional de Geografia, Guia de Excursões, n.4,* CNG/IBGE, Rio de Janeiro, 1958, 304p.

ABREU, A. A. de. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação*. (Tese de Livre Docência - Departamento de Geografia, FFLCH), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982. 242p.

ABREU, A.A.de A teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Critica. *Rev. Instituto Geológico - SMA-SP n º4,* São Paulo, 1983, p. 51-67.

ABREU, A. A. de. Ação antrópica e propriedades morfodinâmicas do relevo da área metropolitana de São Paulo. *Revista Orientação n.º 7*. IGEOG/USP: São Paulo,1986, p.35-38.

ABREU, A. A. de. Do Pátio do Colégio ao Planalto Paulistano: problemas geomorfológicos emergentes do sítio metropolitano. *Problemas Geológicos e Geotécnicos na RMSP*. ABAS, ABGE, SBG: São Paulo, 1992, p.47-54.

ALAMEDDINE, N. Proposta de mapeamento de unidades morfológicas complexas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pirajuçara (Trabalho de Graduação, Departamento de Geografia, FFLCH, USP), São Paulo, 2005.

ALARCON, D. ; ITO, D. K. ; VILHENA, F. A. & PALFI, G. *Renaturalização de Rios em Ambientes Urbanos.* Seminário da Disciplina Água em Ambientes Urbanos (PHD 2537), Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, EPUSP, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://200.144.189.36/phd/default.aspx?id=5&link_uc=disciplina>, acessado em fevereiro de 2010.

ALMEIDA, F. F. M. de Carta Geomorfológica do Planalto Paulistano e vizinhanças, (escala aproximada 1:200.000) in: AZEVEDO, A. *A cidade de São Paulo: estudos geográficos*. v.1. 2º ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1956.

ALMEIDA, F. F. M. de O Planalto Paulistano. In: AZEVEDO, A. (1956).*A cidade de São Paulo: estudos geográficos*. V. 1. 2º ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1956, p. 113-167.

ALMEIDA, F. F. M. de Fundamentos do relevo paulista. *Bol. Inst. Geogr. Geol., 41*. São Paulo, 1964, 99p.

ALMEIDA, F. F. M. de Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Teses e Monografias n.14*. IGEOG-USP, São Paulo, 1974, 99 p.

ALVAREZ, I. A. P. *A reprodução da Metrópole: o projeto Eixo Tamanduathey* (Tese de Doutorado Departamento de Geografia, FFLCH – USP) São Paulo, 2008, 252p.

ALVAREZ, R. *Vazios urbanos e o processo de produção da cidade.* (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH – USP) São Paulo, 1994, 152p.

ALVIM, A. A. T. B.; ABASCAL, E. H. S; BROCANELI, P.F. & STUERMER, M. M. A modernidade e os conflitos sócio-ambientais em São Paulo: um olhar sobre o Plano Diretor Estratégico Municipal. Encontro da ANPPAS, Brasília, 2006. 17pp.

AMARAL, A. B. do *Dicionário de História de São Paulo.* Coleção Paulística vol. XIX, Governo do Estado de São Paulo, 1980, 481p.

ANDRADE, M. M. de *Bairros além-Tamanduateí: o imigrante e a fábrica no Brás, Mooca e Belezinho*. (Tese de Doutorado Departamento de Geografia, FFLCH – USP) São Paulo, 1991, 275p.

ARAÚJO, M. F. I,; DINIZ FILHO, L. L. & BESSA, V. C. Principais alterações no espaço urbano da metrópole entre 1970-89 *in* SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria de Planejamento e Gestão/Fundação Seade (org. CANO, W.) Cenários da urbanização paulista: a região administrativa Grande São Paulo. *São Paulo no limiar do século XIX*, v. 6, 1992, 143-187.

AZEVEDO, A. *A cidade de São Paulo: estudos geográficos*. 2º ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1953, 4vol, 1156p.

BATISTA, S.C. *Conversa cartográfica: Processo de expansão urbana na metrópole paulistana e unidades geomorfológicas de média escala.* (Trabalho de Graduação, Departamento de Geografia, FFLCH, USP), São Paulo, 2003, 176p.

BEDANI, E. de F. & SAAD, A. R. Paisagem Natural Paleógena da Bacia Sedimentar de São Paulo, no município de Guarulhos, Estado de São Paulo*, in Geociências, v. 28, n. 4,* UNESP, São Paulo, 2009, p. 363-376.

BERGER, B. *Avaliação das tendências espaciais dos riscos das enxurradas e inundações: o caso do bairro da Mooca, São Paulo – SP.* (Trabalho de Graduação Individual- DG-FFLCH/USP), São Paulo, 2009, 107 p.

BERTALANFFY, L. *Teoria Geral dos Sistemas*, Ed. Vozes, Petrópolis, 1975, 350p.

BOTELHO, R. G. M. & SILVA, A. S. da Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental *in* VITTE,A. C. & GUERRA, A J. T. (orgs) *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.* Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004, p.153-192.

BRITO, M. S. *A participação da iniciativa privada na produção do espaço urbano: São Paulo 1890 -1911.* (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 2000. 213p.

BRONCANELI, P. F. & STUERMER, M. M. Renaturalização de rios e córregos no município de São Paulo in *Exacta,* vol.6, n.1 jan/jun. 2008, São Paulo, 2008, p. 147-156.

BRUNO, E. S. *História e Tradições da Cidade de São Paulo*, *Arraial dos Sertanistas (1554-1828)*, vol I. 4ª ed. Editora Hucitec, São Paulo, 1991a.[1ª edição 1953], 437p.

BRUNO, E. S. *História e Tradições da Cidade de São Paulo*, *Burgo de Estudantes (1828-1872)*, vol II. 4ª ed. Editora Hucitec, São Paulo, 1991b.[1ª edição 1953], 454p.

BRUNO, E. S. *História e Tradições da Cidade de São Paulo*, *Metrópole do Café (1828-1918)*, *São Paulo de Agora (1919-1954)* vol III. 4ª ed. Editora Hucitec, São Paulo, 1991c. [1ª edição 1954], 652p.

BRUNSDEN, D. Geomorphological events and landform change. *Zeitschrift für Geomorphologie, v. 40*, Berlin-Stuttgart, 1996, p. 273-288.

BRUNSDEN D, DOORNKAMP J C, FOOKES P G, JONES D KC & KELLY J M H, Large-scale geomorphological mapping and highway engineering design. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 8**,** 1975, 227-53.

BUENO, E. *Capitães do Brasil: A saga dos primeiros colonizadores.* Coleção Terra Brasilis, v. III, Ed. Objetiva, Rio de Janeiro, 1998, 285p.

CAMPOS, C. M.; GAMA, L. H. & SACCHETTIA, V. (orgs) *São Paulo metrópole em transito: percursos urbanos e culturais.* Ed. SENAC, São Paulo, 2004, 264p.

CAMPOS, E. A cidade de São Paulo e a Era dos Melhoramentos Materiaes. Obras Públicas e Arquitetura vistas por meio de fotografias de autoria de Militão Augusto de Azevedo, datadas do período 1862-1883. *Anais do Museu Paulista, jan-jun, ano/vol 15, nº 001.* Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. p.11-114.

CAMPOS, G. C.; IVOMASA, W. S.; SANTOS, A. J. G. dos; MARTINS, J. R. S. e MENESES, M. O "invisível" espaço subterrâneo urbano *in São Paulo em Perspectiva* 20(2), abr./jun. Fundação Seade, São Paulo, 2006, p. 147-157. Disponível em: <www.seade.gov.br e www.scielo.br>, Acessado em fevereiro de 2010.

CARAMORI, V. Cursos d'água urbanos (renaturalização de), in Seminário Tratamento de Esgotos – INGÁ/UNIHIDRO, Salvador, 2009. Disponível em: <http://www.inga.ba.gov.br/common/fckeditor/editor/filemanager/browser/default/connectors/php/transfer.php?file=/uid000013_52656E61747572616C697A6163616F6465637572736F73446167755572626616E6F73436172616D6F72692E706466> Acessado em fevereiro de 2010.

CARMO, W. *Avaliação da técnica de levantamentos de perfis para dimensionamento da ação antrópica em áreas de proteção aos mananciais. O bairro do Jusa em Guarapiranga* (Trabalho de Graduação Individual, DG, FFLCH-USP), São Paulo, 1998.

CARVALHO, D. L. R. de. *Ensaio de cartografia geomorfológica de detalhe sob a abordagem da Antropogeomorfologia - Bairro Jardim Serrano (Ribeirão Pires - RMSP)* (Trabalho de Graduação Individual, DG, FFLCH-USP), São Paulo, 2002.

CARVALHO, D. L. R. de. *Indicadores Geomorfológicos de mudanças ambientais no sistema Fluvial do Alto Tietê, Município de São Paulo* Pesquisa Documental. (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 2006, 2 vol.

CASSETI, V. *Ambiente e apropriação do relevo.* Editora Contexto, São Paulo, 1991, 147p.

CASSETI, V. *Cartografia Geomorfológica*. Disponível em <www.funape.org.br/geomorfologia>. Acessado em agosto de 2008.

CAVENAGHI, A. J. O território paulista na iconografia oitocentista: mapas, desenhos e fotografias. Análise de uma herança cotidiana. *Anais do Museu Paulista.* N. Sér. v.14. n.1, jan.- jun, São Paulo, 2006, p. 195-241.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO/SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE) *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo*, São Paulo, 2008. 531 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp> Acessado em dezembro de 2009.

CHORLEY, R. J. A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas Gerais. *Notícia Geomorfológica, v.11,n.21,* Campinas,1971, p.3-22

CHORLEY, R. J. *Directions in Geography*, Methuen, London, 1973, 331 p.

CHRISTIAN, C. S. Concept of land units and land systems. In: *Proc. Ninth Pacific Science Conf. of Pacific Science Assn nº 20,* 1958, p. 74-81.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia.* Ed. Edgar Blucher, São Paulo, 2ª ed.,1980, 188p.

CINTRA, J.P. A primeira carta topográfica da cidade de São Paulo. Disponível em <www.cartografia.org.br/xxi_cbc/178-C36.pdf.> Acessado em setembro de 2009. s/d, 10 p.

COATES, D. R. & VITEK, J. D. (eds) *Thresholds in Geomorphology*, Allen & Unwin, London, Boston, Sydnei, 1980, 485 p.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia, In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. (orgs.) *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos,* Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1994, p.93 -148.

COIMBRA, A. M.; RICCOMINI, C.; MELO, M. S. A Formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no quaternário paulista In: *IV Simpósio Regional de Geologia, 4*, SBG/SP, São Paulo, 1983, p.253-266.

COLÂNGELO, A. C. O modelo de Feições Mínimas, ou das Unidades Elementares de Relevo: Um suporte cartográfico para mapeamentos geoecológicos. *Revista do Departamento de Geografia nº 10,* São Paulo, 1996, p. 29-40.

COLTRINARI, L. A urbanização na bacia sedimentar de São Paulo: Itaim Paulista e Itaquera *in* CARLOS, A. F. A & OLIVEIRA, A. U. De (org) *Geografias das Metrópoles*, Ed. Contexto, São Paulo, 2006, p.167-180.

COLTRINARI, L. Natural and anthropogenic interactions in the brazilian tropics. In: BERGER & IAMS (1996a) *Geoindicators, Assessing rapid environmental changes in earth systems*. Bakema/Rotterdam Brookifield, 1996a, p. 295-310.

COLTRINARI, L. De rios e homens. *AGB Informa nº 61*, AGB-SP, São Paulo,1996b, 7p.

COLTRINARI, L. e MCCALL, G. J. H. Geo-indicadores: ciências da terra e mudanças ambientais. *Revista do Departamento de Geografia da USP. nº 9,* São Paulo, 1995, p.5 a 12.

COLTRINARI, L. Geomorfologia e dinâmica quaternária no sudeste do Brasil. . *Revista do Departamento de Geografia nº. 6*, FFLCH-USP: São Paulo, 1992, p. 7-16.

COLTRINARI, L. Z. Cartas Geomorfológicas. In: *Orientação nº 5*, IGEOG, USP, São Paulo, 1984, p.96-99.

CONCEIÇÃO, Jefferson José. *Quando o Apito da Fabrica Silencia, empresa e poder público diante do fechamento de indústrias e da eliminação de empregos na Região do ABC*; 1ª edição; Editora ABCDMaior, São Bernardo do Campo; 2008; 303p.

CONTI, J. B. *Clima e vida urbana. Crescimento urbano e mudanças climáticas.* Apostila da disciplina Climatologia Sistemática e Regional, Departamento de Geografia, FFLCH/USP, (mimeografado), São Paulo, 1981, 5p.

COOK, R. U. & DOORNKAMP, J. C. Geomorphology *in Environmental Management: an introduction.* Claredon Press, Oxford,1974, 413p.

COUTINHO, J. M. V. Alguns aspectos sedimentológicos e tectônicos na área da Bacia Sedimentar de São Paulo. In: *Geologia da Bacia de São Paulo*, IPT/IG-USP, São Paulo, 1989, p. 12-15.

COUTINHO, J. M. V. Relações litológicas e estruturais entre a Bacia de São Paulo e o Pré-Cambriano circunvizinho. In: *MESA REDONDA Aspectos geológicos e geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo*, ABGE, SBG-SP, São Paulo, 1980, p. 15-23.

COZZOLINO, V M. N. Perfil Geotécnico ao longo do Túnel da Eletropaulo entre a Várzea do Glicério e a Ponte de Vila Guilherme-Aspectos da construção do túnel em areias do terciário de São Paulo. *Solos e Rochas*. São Paulo, 1992, p.11-19.

COZZOLINO, V. M. N. *Condições geotécnicas da bacia sedimentar de São Paulo*. Escola Politécnica, São Paulo, 1969. 46p.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A. & SANCHES, M. C. A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental, *Rev. Brasileira de Geomorfologia, ano 4, n. 1*,São Paulo, 2003, p.1-9.

CUNHA, J. P. da & BAENINGER, R. Processo de Metropolização e Migração: análise comparativa entre São Paulo e Campinas. *São Paulo em Perspectiva 8(4)*, Fundação Seade, São Paulo, 1994, p.109-116.

CUNHA, S. B. da Geomorfologia Fluvial in GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. (orgs.) *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos,* Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1994, p.211-252.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA *Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. São Paulo, Consórcio Enger/Promon/CKC, 1998. Disponível em <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/macrodrenagem/index.html> Acessado em setembro de 2008.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA *Rio Tamanduateí.* disponível em <www.daee.sp.gov.br>. Acessado em setembro de 2008.

DEFFONTAINES, P. Regiões e paisagens do Estado de São Paulo. Primeiro esboço de divisão regional. *Revista Brasileira de Geografia* (1)2, São Paulo, 1935, p. 117-169.

DEMEK, J. Generalization of Geomorphological Maps In: DEMEK, J. (ed) *Progress made in Geomorphological Mapping.* Brno, proceding of the IGU Commission on Applied Geomorpholgy, Sub. Comm. Geomorph. Mapping, 1967. p.36-72.

DETWYLER, T. R. & MARCUS, M. G (eds) *Urbanization and Environment: The Physical Geography of the city.* Dusbury Press, Belmont, 1972. 287p.

DONÉ, S. M. B. Mapas Geomorfológicos e suas legendas, uma contribuição para estudos analíticos. In: *Notícia Geomorfológica*, 21 (41), Campinas, 1981, p. 85-110.

DOUGLAS, I. The Urban environmental. Edward Arnold, London, 1983, 229 p.

DOUGLAS, I. The impact of urbanization on fluvial geomorphology in the humid tropics. In: *Symposium on Environmental Geomorphology in the Tropical Regions*. Geo-Eco Trop. Fasc.1/2., Lubumbashi, 1975. p.229-242.

DREW, D. *Processos interativos homem – meio ambiente*. 5. ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2002, 206 p.

DYLIK, J. Notion du versant en geomorphologie. *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences.* Série des Sciences Geologiques et Geographiques,16, 2, 1968, p. 125-132.

EMBLETON, C. & VERSTAPPEN, H. Th.. The nature and objectives of applied geomorphological mapping. *Zeitschrift Fur Geomorphologie. N.F., Suppl.-Bd. 68*, 1988, p. 1-8.

EMPLASA - ESTADO DE SÃO PAULO/SEPLAN Região Metropolitana de São Paulo em Dados, 2007. Disponível em <www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/infometropolitana/rmsp_dados.asp>. Acessado em janeiro de 2010.

EMPLASA – ESTADO DE SÃO PAULO/SEPLAN *Relatório do Mapa de Uso e Ocupação do Solo da RMSP*, São Paulo, 2002, 31 p.

EMPLASA - ESTADO DE SÃO PAULO/SNM/ *Memória urbana: a grande São Paulo até 1940*, EMPLASA & ARQUIVO DO ESTADO DE SÃO PAULO, São Paulo, 2001. 3 vol.

EMPLASA - ESTADO DE SÃO PAULO/SNM *Geomorfologia – Região Metropolitana de São Paulo. Escala 1:250.000*, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria dos Negócios Metropolitanos, São Paulo, 1992.

FCTH - Prefeitura do Município de São Paulo *Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo*, 1990 , Reedição eletrônica realizada em abril de 1999. Disponível em <www.fcth.br/publi/cursos/canaismares/md.pdf> Acessado setembro em 2009.

FELDS, E. Geomorfologia antropogenética, *Bol. Geográfico nº 144*, FIBGE, Rio de Janeiro, 1958, p. 1-6.

FERRAZ, V. M. de B. (org) *Imagens de São Paulo: Gaensly no acervo da Ligth. 1899-1925*. Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo. São Paulo, 2001. 179p.

FOLGATO, M. Reabertura de córregos que correm sob grandes avenidas é alternativa à construção de piscinões. *O Estado de São Paulo*, 17 de abril de 2006, Caderno Metrópole: 23 de Maio terá córrego de novo, São Paulo, 2006. 1p.

FORNASARI FILHO, N. *Alterações do meio físico decorrentes de obras de engenharia*. (Dissertação de mestrado – Programa de pós-graduação em Ciência Ambiental, USP), São Paulo, 1995. 101p.

FRACALANZA, A. P. & CAMPOS, V. N. de O. Produção social do espaço e degradação da água na Região Metropolitana de São Paulo. *São Paulo em Perspectiva, 20(2)*, abril-jun, Fundação Seade, São Paulo, 2006, p. 32-45.

FREHSE, F. *O tempo das ruas na São Paulo de fins do Império*. EDUSP, São Paulo, 2005, 271p.

FREITAG, Barbara. A "Megalopolização" das cidades Latinoamericanas na virada do Milênio . *In*: DO AMARAL E SILVA, G. e ASSEN DE OLIVEIRA, L. (org.) *Simpósio A Arquitetura da Cidade nas Américas. Diálogos contemporâneos entre o local e o global.* Florianópolis: PGAU-Cidade/ UFSC, 2006. CDROM.

FREITAS, A. A. de *Tradições e Reminiscências Paulistanas.* Coleção Paulística vol IX,Governo do Estado de São Paulo, 1978. [1ª edição 1921], 229p.

FUJIMOTO, N. S. V. M. *Análise Ambiental Urbana na Área Metropolitana de Porto Alegre – RS: Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio.* (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 2001, 236p.

GOUDIE, A *The nature of the environment: an advanced physical geography*, B. Blackwell, Oxford, 1984, 331 p.

GOUDIE, A. *The human Impact n the Natural Environment*, MIT Press, Cambridge, 4ª ed., 1994, 338p.

GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1992, 367 p.

GROSTEIN, M. D. Entrevista concedida à Nina Ghellere Guimarães. Ponto (revista eletrônica), 1998. Disponível em:< www.ponto.org/3/entrevistas.html>. Acessado em fevereiro de 2010.

HACK, J. T. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *American Journal of Science,* Bradley, v. 258, 1960, p. 80-97.

HART, M.G. *Geomorphology: pure and applied*. London, Allen & Unwin, 1986, 228 p.

HASUI, Y.; ALMEIDA, F. F. de; BRITO-NEVES, B. B. As estruturas brasilianas. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, SBG, Recife, 1978. v.6, p. 2423-2437.

HASUI , Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira Folded Belt. *Revista Brasileira de Geociências n. 5.* São Paulo, 1975, p.257-266

HASUI, Y. & CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Bacia Sedimentar de São Paulo *in Mesa Redonda: Aspectos Geológicos e Geotectônicos da Bacia Sedimentar de São Paulo.* ABGE/SBG, São Paulo, 1980, p. 47-52.

HASUI, Y. ; GIMENEZ, A.F. & MELO, M.S. Sobre as bacias trafogênicas continentais do Sudeste Brasileiro. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 30*. SBG.v1, Recife, 1978, pp.382-392.

HASUI, Y. et al Condicionamento tectônico da Bacia Sedimentar de São Paulo. In: *29º Congresso Brasileiro de Geologia*, Ouro Preto, 1976.v.4, p.257-265.

HAYDEN, R. S. Geomorphological Mapping in: SHORT, N. M. & BLAIR Jr., R. W (eds) *Geomorphology from space*. NASA, Washington DC, 1986. p.637-656. Disponível em <http://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/>, acessado em agosto de 2009.

IDOETA, I; IDOETA, I.V.e CINTRA, J. P. *São Paulo vista do alto: 75 anos de aerofotogrametria.* Ed. Érica, São Paulo, 2004. 96p.

IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) *Glossário de termos relacionados à Gestão dos Recursos Hídricos*, IGAM, Belo Horizonte, 2008, 85 p. Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/new/images/stories/Pdf/glossario%2Bde%2Brecursos%2Bh%EDdricos%2B04%5B1%5D%5B1%5D.06.pdf > Acessado em maio de 2010.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. *Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo,* São Paulo, vol. 1 e 2, Série Monografias IPT, 1981.

JORGE, J. Matéria publicada em 28/01/2010 *in Revista Carta Capital,* disponível em <http://www.cartacapital.com.br/app/materia.jsp?a=2&a2=6&i=5920>. Acessado em novembro de 2009.

JORGE, J. *Tietê: o rio que a cidade perdeu. São Paulo, 1890 – 1940,* Ed. Alameda, São Paulo, 2006, 229p.

JULIANI, C. O Embasamento Pré-Cambriano da Bacia de São Paulo. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo.* ABAS/ABGE/SBG/SP. São Paulo, 1992, p.3-20.

KEATING, V. & AB'SABER, A. N. O Planalto Paulistano em 1860. *Jornal da Tarde. O Estado de São Paulo. São Paulo*, 1985, p.10.

KLIMAZEWSKI, M. On constructing detailed geomorphogical maps. *Zeitschrift Fur Geomorphologie N.F 32*, 1988, p. 457-470.

KLIMAZEWSKI, M. *Mapa Geomorfológico de Detalhe* - Academia de Ciências Krakovia-ITC-Journal, Polonia , 1983, p. 265-271.

KLIMAZEWSKI, M. *Problems of Geomophological Mapping*. Data of the International Conference of the subcomission on geomorfological mapping-- IGPAC-Varsóvia, 1963.

LAGO, Pedro Corrêa do. Iconografia paulistana no século XIX. São Paulo: Metalivros, 1998. *in* PMSP/SMC/DPH *Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís* - Número

5 - março-abril 2006. Disponível em <http://www.fotoplus.com/dph/info05/index.html>. Acessado em fevereiro de 2009.

LANGENBUCH, J. R. *Estruturação da grande São Paulo: estudo de geografia urbana*, IBGE, Rio de Janeiro, 1971, 354p.

LIMA, C. R. de *Urbanização e intervenções no meio físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica.* (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1990, p 103.

LIMA, M. R. & MELO, M. S. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo. In: *Workshop – Geologia da Bacia de São Paulo -SP*., 1989. Coletânea de Comunicações, São Paulo, IG-USP/SBG-SP, 1989, p. 35-37.

LISBÔA, T. H. C. *Os Depósitos Tecnogênicos e a alteração da linha de costa do Distrito Sede de Florianópolis/SC.* (Dissertação de Mestrado, Geografia. CFCH – UFSC), Florianópolis, 2004, 96 p.

LOCH, R. E. N. *Cartografia: Representação, comunicação e visualização de dados espaciais.* Editora da UFSC, Florianópolis, 2006. 313 p.

MARQUES, J. S. (1994) Ciência Geomorfológica in GUERRA, A. T. & CUNHA, S. B. (1994) (Org.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Ed. Bertrand do Brasil, Rio de Janeiro, 1994, p.23-28.

MARTINS, A. E. *São Paulo antigo 1554-1910*. Paz e Terra, São Paulo, 2003, [1ª ed. 1911], 548p

MATOS, A. E, de; SILVA, A. C. S. da; BUNN, J. Drenagem. Trabalho de disciplina (ARQ 5661- Tecnologia de Edificação I Curso de Arquitetura e Urbanismo – UFSC), 2007, Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.htm>. Acessado em dezembro de 2009.

MATTES, D. *O espaço das águas: as várzeas de inundação na cidade de São Paulo*. (Dissertação de mestrado FAU/USP), São Paulo, 2001, 201p.

MESCERJAKOV, J.P. Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. *Annales de Geographie nº.423 77 année* - Paris , 1968, p 539-552.

MELO, M. S. & PONÇANO, W. L. *Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo.* São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (publicação IPT1364), São Paulo, 1983, 74p.

MENEGASSE VELASQUEZ, L. N. *Efeitos da urbanização sobre o sistema hidrológico: aspectos da recarga no aqüífero freático e escoamento superficial - área piloto: sub-bacias Sumaré e Pompéia município de São Paulo.*(Tese de Doutorado, IGC – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo), São Paulo, 1996, 124 p.

MEYER, R. M. P.; GROSTEIN, M. D. & BIDERMAN, C. *São Paulo Metrópole.* EDUSP, São Paulo, 2004, 296pp.

MONBEIG, P. A divisão regional do estado de São Paulo. *Anais Associação dos Geógrafos Brasileiros,* 1, São Paulo, 1949, p. 19-36.

MONBEIG, P. Aspectos geográficos do crescimento de São Paulo in DUARTE, P. (org) *Ensaios Paulistas*, Ed. Anhembi, São Paulo, 1958, p. 180-197.

MONBEIG, P. *La croissance de la ville de São Paulo*. Grenoble. Institute et Revue de Géographie Alpine, 1953. (trad, LABUR-DG-USP, 2001), 90p.

MOROZ, I. C.; GOUVEIA, J. M. C. & ROSS, J. L. S. Características Geomorfológicas e Hidrodinâmicas do campus USP-Lete, anteriores à sua implantação *in: Anais do I Encontro IALE-BR*, Rio de Janeiro, Vale do Paraíba do Sul, São Paulo, 2007, p.30-32.

MORAES REGO, L. F. *Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênesis.* São Paulo: IAG, 1932. 43 p.

MORSE, R. *De comunidade a metrópole*: biografia de São Paulo, Comissão do IV Centenário da Cidade de São Paulo, São Paulo, 1954, 335 p.

NEGRO Jr, A. et al (org) *Solos da Cidade de São Paulo*. Mesa redonda, ABMS/ABEF, São Paulo, 1992.103p.

NIR, D. *Man, a geomorphologycal agent: an introduction to anthropic geomorphology*. Ketem Pub. House, Jerusalém, 1983. 184p.

NOBREGA, M. *História do Rio Tietê*. EDUSP, 3ª ed. Revista, São Paulo, 1981, 245p.

NOGAMI, J. S. Obras viárias de superfície da RMSP *In: Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, *in: Atas...ABAS/ABGE/SBG-SP*, 1992, p. 147-156.

OHTAKE, R. *O Livro do Rio Tietê*. CESP e Pirelli Cabos S/A. Estúdio RO, São Paulo, 1991. 167p.

OLIVEIRA, A. M. S. A abordagem geotecnogênica: a geologia de engenharia no Quinário. In: BITAR, O. Y. (org) *Curso de Geologia Aplicada. Associação Brasileira de Engenharia*, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia. São Paulo, 1995.p. 231-241.

OLIVEIRA. A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, Salvador, atas ABGE, v. I, São Paulo, p.411-415.

OLIVEIRA, J. B. de *Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no Mapa Pedológico.* Instituto Agronômico, Campinas, 1999, 112p.

OLIVEIRA, J. B. de. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo e Legenda Expandida*, Instituto Agronômico, Campinas e Embrapa-Solos, Rio de Janeiro, 1999, 64p. e mapa.

OSELLO, M. A. *Planejamento urbano em São Paulo (1899-1961). Introdução aos estudos dos planos e realizações*. (Tese de Doutorado. FGV). São Paulo, 1983, 209p.

PARKINSON, J.; MILOGRANA, J.; CAMPOS, L. C. & CAMPOS, R. *Drenagem Urbana Sustentável no Brasil.* Relatório do Workshop, Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003, 23 p. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/drenagem_urbana_no_Brasil-workshop_relatorio081003.pdf> Acessado em fevereiro de 2010.

PASCHKES, M. L. N. de A. Bondes, Terrenos e Especulação *in* PATRIMONIO HISTÓRICO/ELETROPAULO, *História & Energia: a chegada da Ligth.* Eletropaulo, São Paulo, 1986, p. 41-45.

PASSARELLI, S. H. F. *Proteção da paisagem ferroviária :memória e identidade do bairro Estação São Bernardo (atual Santo André/SP).* (Tese de Doutorado, FAU/USP), São Paulo, 2005, 193p.

PASSOS, M. L. P & EMÍDIO, T. *Desenhando São Paulo- mapas e literatura (1877-1954)*, SENAC/Imprensa Oficial, São Paulo, 2009. 181p.

PEDRO, A. F. P. Deixem em paz os rios e córregos canalizados, *Ambientebrasil*, 05/12/2005 Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2005/12/05/22005-deixem-em-paz-os-rios-e-corregos-canalizados.html>. Acessado em novembro de 2009.

PELLOGIA , A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do Homem no município de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia, nº16*, São Paulo, 2006, p. 24-31.

PELLOGIA , A. U. G. A Ação do Homem enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno: Proposição Teórica Básica e Discussão acerca do caso do município de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências 27(3)*, São Paulo, 1997, p. 257-268.

PELLOGIA , A. U. G. *Delineação e Aprofundamento temático da Geologia do Tecnógeno do Município de São Paulo (As conseqüências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana)*. (Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), São Paulo, 1996, 262p.

PERES FILHO, A. & QUARESMA, C. C. Ação Antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos in *Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Belo Horizonte, 2008. 12p.

PERILLO, S. R. Novos caminhos da migração no estado de São Paulo. *São Paulo em Perspectiva, 10(2)*, abril-junho, Fundação Seade, São Paulo, 1996, p. 73-82.

PERILLO, S. R. & ARANHA, V. J. Tendência Recentes da Migração. *São Paulo em Perspectiva, 6(3)*, julho-setembro, Fundação Seade, São Paulo, 1992, p. 109-115.

PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA/DPH *Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís* – Número 5 – julho-outubro 2009. Disponível em <http:// www.arquiamigos.org.br/info/info25-26/i-logra.htm>. Acessado em março de 2010.

PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA/DPH *Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís* - Número 4 – setembro-outubro 2008. Disponível em <http://www.arquiamigos.org.br/info/info20/index.html#topo>. Acessado em dezembro de 2009.

PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA/DPH *Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís* - Número 5 - março-abril, 2006. Disponível em <http://www.arquiamigos.org.br/info/info05/index.html >. Acessado em novembro de 2009.

PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA / MUSEU DA CIDADE DE SÃO PAULO *Expedição São Paulo 450 anos: uma viagem por dentro da metrópole*. Instituto Florestan Fernandes, São Paulo, 2004. 224p.

PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO *Histórico Demográfico do município de São Paulo.* Disponível em <sempla.prefeitura. sp. gov.br/introdução php>, Acessado setembro em 2010.

PMSP/SMVA/SEMPLA Atlas Ambiental do Município de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em< http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br> Acessado setembro em 2009.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*, (2003), Disponível em: http://www.pnud.org.br/atlas/instalacao/index.php, Acessado em março de 2010.

PONTES, E. *Cartografia das restrições geomorfológicas do Bairro Jardim Silvina – São Bernardo do Campo/SP* (Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Geografia), FAFIL/FSA, Santo André, 2007, 59 p.

PONTES, J. A. V. *São Paulo de Piratininga: de pouso de tropas a metrópole*. O Estado de São Paulo/Ed. Terceiro Nome, 1ª ed. São Paulo, 2003, 256p.

PORSANI, J.L et all Estudos geofísicos no campus da USP, bacia sedimentar de São Paulo, *Sociedade Brasileira de Geofísica*, Rio de Janeiro, 2003, p. 188-192.

PORTO, A. R. *História Urbanística da Cidade de São Paulo (1554 a 1988)*. Ed. Carthago & Forte, São Paulo, 1992.

PRADO JÚNIOR. O Fator Geográfico na Formação e no Desenvolvimento da Cidade de São Paulo. In. *Boletim Geográfico***.** Ano III, n. 31, (out., 1945), IBGE, Rio de Janeiro, 1945. p. 920-931.

PRADO JR., C A Cidade de São Paulo: geografia e história.. Ed. Brasiliense, São Paulo, 1983. 93p.

QUEIROZ, M. H. L. de & SOMEKH, N. *A cidade comprometida: a questão ambiental e os planos de São Paulo,* Cad. de Pós-Graduação em Arquit. e Urb., Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2003, v. 3, n. 1,p. 113-124.

QUEIROZ, M. H. L. de *A cidade comprometida*: a questão ambiental e os planos de São Paulo. (Dissertação de Mestrado, Universidade Presbiteriana Mackenzie), São Paulo, 2002.

REIS, N. G. *São Paulo Vila Cidade Metrópole*. Ed. Via das Artes, São Paulo, 2004, 262p.

RIBEIRO, M F. Uma contribuição analítica ao mapeamento geomorfológico no Brasil (1970-1995) *Revista do Departamento de Geografia nº 3*, UERJ, Rio de Janeiro, 1998. p.83-94.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G. e FERRARI, A. L. Evolução Geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: BARTORELLI, A.; BRITO NEVES B.B.; CARNEIRO, C.D.R.; MANTESSO-NETO, V. (orgs) *Geologia do Continente Sulamericano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beca, São Paulo, 2004. p.383-406.

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do sudeste do Brasil*. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociâncias/USP), São Paulo, 1989, 256p.

RICCOMINI, C. et al Evolução dos conhecimentos sobre a geologia da Bacia de São Paulo na década de oitenta. In: *Geologia da Bacia de São Paulo*, IPT/IG-USP, São Paulo, 1989. p. 1-11.

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do sudeste do Brasil.* (Tese de Doutorado Instituto de Geociâncias/USP), São Paulo, 1989, 304 p.

RICCOMINI, C. & COIMBRA, A. M. Geologia da Bacia de São Paulo in NEGRO, A. *et al.* Eds. *Solos da cidade de São Paulo,* ABMS/ABEF, São Paulo, 1992. p.37-94.

RICCOMINI, C. et al. *Geologia da Bacia Sedimentar*. Abms/Abef , São Paulo, 1992, p. 37-94

RICCOMINI, C.; COIMBRA, A .M.; TAKIYA, H. (1992) Tectônica e sedimentação na Bacia de São Paulo. *In: Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região metropolitana de São Paulo*, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, 1992, p. 21-45.

RIMBERT, S. Metodologia Cartográfica Comparada em Geomorfologia (2) In: *Cartografia 3*, IGEOG-USP, São Paulo, 1976, p 1-12.

ROCHA, A. A. *Do Lendário Anhembi ao Poluído Tietê.* EDUSP, São Paulo, 1991, 75p.

ROCHA, G. A. Água e vida na cidade de São Paulo. *In: Problemas Geológicos e geotécnicos na região Metropolitana de São Paulo*, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, 1992*,* p. 195-201.

ROCHA, H.C. & CELESTINO, T.B. Conhecimentos recentes sobre a Bacia de São Paulo e o projeto de construção de túneis. *In: Problemas Geológicos e geotécnicos na região Metropolitana de São Paulo*, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, 1992*,* p. 97-113.

RODHE, G. M. *Epistemologia ambiental*: *uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética*. Coleção Filosofia, 37Ed. PUCRS, Porto Alegre, 1996, 234 p.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo. *in Revista do Departamento de Geografia n°20.* (2010, prelo)

RODRIGUES, C. Avaliação do Impacto Humano da Urbanização em Sistemas Hidro-Geomorfológicos. Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia na Grande São Paulo, *in: Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Belo Horizonte, 2008. 18p.

RODRIGUES, C. Sistemas Geomorfológicos e o Impacto da urbanização na Metrópole de São Paulo, *Guia de Excursão, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*, São Paulo, 2006. 15p.

RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista*. Revista do Departamento de Geografia n. 17*, São Paulo, 2005a., p.101-111.

RODRIGUES, C. Técnicas fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas, In: VENTURI, L. A. B. (org) *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório.* Ed. Oficina de Textos, São Paulo. 2005b. p. 147-168

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas*. in*: CARLOS, A. F. A. e OLIVEIRA, A. U. (org) *Geografias de São Paulo: Representações e crise da metrópole*, vol.1,Ed. Contexto, São Paulo, 2004. p. 89-114.

RODRIGUES, C. Documentos Geográficos: Arquivos de Fotos Aéreas como Opção de pesquisa. *Memória e Energia*, São Paulo, 2001, v. 1, n. 28, p. 26-41.

RODRIGUES, C. On antropogeomorphology. *in: Anais da Regional Conference on Geomorphology*, Rio de Janeiro, 1999. p. 100-110.

RODRIGUES, C. *Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros.*(Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1997. 280p.

RODRIGUES, C. & COLTRINARI, L. Urbanization and geomorphologic changes in humid tropical environment: methodological proposal for São Paulo/Brazil. *Sixth International Conference on geomorphology*, Zaragoza, 2005.

RODRIGUES, C. & COLTRINARI, L. Geoindicators of urbanization effects in humid tropical environment: São Paulo (Brazil) Metropolitan Area. *32International Geological Congress,* Florença, 2004.v.2, p. 976.

RODRIGUES, C. & COLTRINARI, L. Geoindicators of urbanization effects in humid tropical environment: São Paulo (Brazil) Metropolitan Area. *32International Geological Congress,* Florença, 2004.

RODRIGUES, C. & GOUDIE, A. Geomorfologia Urbana Histórica e avaliação do impacto humano em sistemas físicos: o caso da Região Metropolitana de São Paulo in *Progress in Physical Geography*, (no prelo)

RODRIGUES, M. M. *A Vila do Areião e o Rodoanel.* (Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Geografia), FAFIL-FSA, Santo André, 2009, 55pp.

RODRIGUES, S. C. *Análise Empírico-Experimental da Fragilidade Relevo-Solo no Cristalino do Planalto Paulistano: sub-bacia do reservatório Billings.* (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1998, 265p.

RODRIGUEZ, S. K. *Geologia Urbana da região metropolitana de São Paulo*. (Tese de Doutorado. Instituto de Geociências- USP), São Paulo, 1998, 171 p.

ROLNIK, R. *São Paulo*. Publifolha, São Paulo, 2003, 83 p.

ROSA, F. S. *Metrópole e representação cartográfica: o sistema cartográfico metropolitano de São Paulo,* (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1989, 218p.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAS/RIMAS. In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. (orgs.) *Geomorfologia Ambiental,* Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004, p. 291-336.

ROSS, J. L. S. A cidade e as águas *in*: CARLOS, A. F. A. e OLIVEIRA, A. U. (org) *Geografias de São Paulo: A metrópole do século XXI*, vol.2 Ed. Contexto, São Paulo, 2004. p.183-220.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. *Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo* escala 1:500.000. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Geografia FFLCH – USP/IPT/FAPESP: vols. I e II, São Paulo, 1997. vols I e II.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia nº. 6*. FFLCH-USP: São Paulo, 1992, p. 17-29.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento,* Editora Contexto, São Paulo, 1990, 85p.

RUHE, R. V. Geomorphic processes and surficial geology. In *Geomorphology.* Houghton Mifflin Company, Boston, 1975, 246p.

SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Sabesp: 30 anos de saúde. DBA Artes Gráficas, São Paulo, 2003, 151 p.

SACK, D. New wine in old bottles: the historiagraphy of a paradigm change. *Geomorphology 5*, 1992, p 251-263.

SAES, F. Café, indústria e eletricidade em São Paulo in *in* PATRIMONIO HISTÓRICO/ELETROPAULO, *História & Energia: a chegada da Ligth.* Eletropaulo, São Paulo, 1986, p. 21-31.

SAKATA, M. N. *Projeto Eixo Tamanduatehy: uma nova forma de Intervenção urbana em Santo André* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), São Paulo, 2006, 195p.

SALVATERRA, A. da S. *Geologia e aspectos geotécnicos da Bacia de São Paulo na região de Guarulhos.* (Monografia de Trabalho de Formatura - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), São Paulo, 2003. 35p.

SAMPAIO, M.R. A. de & PEREIRA, P. C. X. Habitação em São Paulo. *Estudos avançados v.* [on-line]. 2003, vol.17, n.48, pp. 167-183.

SANTOS, A. R. dos Piscinões: um atentado urbanístico e ambiental, *Notícias Ambientebrasil*, 2006 Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2006/10/26/27504-piscinoes-um-atentado-urbanistico-e-ambiental.html> Acessado em fevereiro de 2010.

SANTOS, A. R. dos A face oculta das enchentes na Região Metropolitana de São Paulo, Terra Brasilis, ano 2002 1(1), São Paulo, 2002. 3p. Disponível em <www.geobrasil.net>. Acessado em fevereiro de 2010.

SANTOS, A. R. dos & NAKAZAWA, V. A. Erosão e Assoreamento na RMSP *In: Problemas Geológicos e geotécnicos na região Metropolitana de São Paulo*, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, 1992, p. 177-194.

SANTOS, C. ; KAWAKAMI, R. N. Geomorfologia e meio urbano: o exemplo do bairro de Eto na metrópole de Tóquio. *Geosul*. Florianópolis, 1998, v. 14, n. 27. nov. p. 149-151.

SANTOS, M. Por uma Geografia Cidadã: por uma epistemologia da existência. In: *Boletim Gaúcho de Geografia*, n. 21, Porto Alegre, 1996, p. 7-14.

SANTOS, M. *Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. Hucitec. São Paulo, 1995, 387 p.

SANTOS, M. A redescoberta da Natureza. *In: Estudos Avançados*, São Paulo, 1992, p. 95-105.

SANTOS, M. do & C. S. R. dos *Manual de fundamentos cartográficos e diretrizes gerais para elaboração de mapas geológicos, geomorfológicos e geotécnicos*. Secretaria de Ciência, tecnologia e Desenvolvimento Econômico/IPT, São Paulo, 1989. 50p.

SÃO PAULO (ESTADO) / SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE *A água no olhar da História.* Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, São Paulo, 1999, 142p.

SAVIGEAR, R. A. G. A technique of morphological mapping. *Annals Ass. American Geographers,* 55, 1965, p. 514-538.

SCARLATO, F. C. População e Urbanização Brasileira. In ROSS, J. L. S. (org) *Geografia do Brasil*, EDUSP, São Paulo, 1996, p.381-464.

SCHUMM, S. A. & LICHTY, R. W. Tempo, espaço e causalidade em geomorfologia. *Notícia Geomorfológica 13(25)*, Campinas, 1973, p. 43-62.

SCIFONI, S. – *O verde do ABC: Reflexões sobre a questão ambiental urbana.* Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, USP, São Paulo, 1994. 126 p.

SEABRA, O. C. de L. As enchentes em São Paulo. *AGB Informa*, nº61, AGB-SP, São Paulo, 1996. p.8-9.

SEABRA, O. C. de *Os meandros dos rios nos meandros do poder. Tietê e Pinheiros: Valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo*. Tese (doutorado) FFLCH/USP, São Paulo, 1987. 323p.

SILVA, J. de P. *Expansão urbana e evolução geomorfológica em remansos de reservatórios: Análise comparativa de duas bacias hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 2005. 122p

SILVA, L. P. da *Relatório apresentado pelo engenheiro chefe da Comissão de Melhoramentos dos Rios Tietê e Tamanduateí, ao Secretário de Obras da Prefeitura*

Municipal de São Paulo, compreendendo os estudos e os trabalhos realizados até 1 de janeiro de 1950, Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo, 1950. 259p.

SILVEIRA, A.L.L., Hidrologia Urbana no Brasil, in : Braga, B.; Tucci, C.E.M.; Tozzi, M., 1998, *Drenagem Urbana, Gerenciamento, Simulação, Controle*, ABRH Publicações nº 3, Editora da Universidade, Porto Alegre, 1998, 22p.

SIMÕES JUNIOR. J. G. *Anhangabaú - historia e urbanismo* (Tese de Doutorado, FAU-USP) São Paulo, 1995, 220p.

SOARES, A. A.; CARVALHO, P. F. de Intervenções em corpos d'água e paisagem urbana: o caso dos reservatórios de retenção na bacia do Alto Tietê. *in : Anais do seminário nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo* – São Paulo: FAUUSP, 2007, p. 73-82 Disponível em <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/gpapt/gpapt.htm>. Acessado em setembro de 2008.

SOMEKH, N. & CAMPOS, C. M. (org) *A cidade que não pode parar: Planos Urbanísticos de São Paulo no século XX.* Ed. Mackpesquisa, São Paulo, 2002, 200pp.

SOUZA, C. Conhecimento e aprendizagem de Geomorfologia no Ensino Superior. Uma pesquisa em andamento: seu foco, suas indagações e seu desenho metodológico. *In I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra, III Simpósio Nacional sobre Ensino de Geologia no Brasil*, Unicamp, Campinas, 2007, p.73-82.

STERN, A. G. *Roteiro geológico pelos monumentos e edifícios históricos da cidade de São Paulo.* (Monografia. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), São Paulo, 2001.35p.

STRAHLER, A. Dynamic basis of Geomorphology. *Geol. Soc. America Bulletim 63*, 1952, p. 923-938.

SUETERGARAY, D. M. A. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. *In VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Curitiba, 1997, p.24-30

SUETERGARAY, D. M. A. & NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia, Revista *Terra Livre,* n.17, São Paulo, 2001, p.11-24.

SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, L.R.; RAMPAZZO, L. 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. SBG, São Paulo, 1971, v.2, p.219-225

TAKIYA, H. *Estudo da sedimentação neogênico-quatemária no Município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações para a Geologia Urbana. São Paulo*, (Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), São Paulo, 1997, 152p.

TAKIYA, H. *Aplicação de métodos quantitativos espaciais a dados geológicos da Bacia de São Paulo.* (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), São Paulo, 1991. 109 p.

TARASANTCHI, R. S. (org) *Pintores Paisagistas: São Paulo 1890-1920*. Edusp, São Paulo, 2002. 387p.

TARIFA, J. R. & ARMANI, G. Os climas "naturais" *in* TARIFA, J. R. & AZEVEDO, T. R. de (org.) *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática, GEOUSP Coleção Novos caminhos nº4,* Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001a., p.34-46.

TARIFA, J. R. & ARMANI, G. Os climas "naturais" *in* TARIFA, J. R. & AZEVEDO, T. R. de (org.) *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática, GEOUSP Coleção Novos caminhos nº4,* Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001a., p.34-46.

TARIFA, J. R. & ARMANI, G. Os climas urbanos *in* TARIFA, J. R. & AZEVEDO, T. R. de (org.) *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática, GEOUSP Coleção Novos caminhos nº4,* Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001b., p.47-70.

TAUNAY, A. de E. *São Paulo nos primeiros anos: ensaios de reconstituição social; São Paulo no século XVI; história da vila piratiningana.*Coleção São Paulo, Ed Paz e Terra, 2004 [1ª ed. 1920/1921], 456p.

TEIXEIRA, J. A. de G. Impactos ambientais da atividade mineral na RMSP in *Problemas Geológicos e geotécnicos na região Metropolitana de São Paulo*, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, 1992, p. 63-75.

THEOBALD. S. *Flood Control Renaturalization of urban basins. Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Universität Kassel, in* Controle de Enchentes - 10 anos do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, *São Paulo, 2008.* Disponível em:<http://www.acquacon.com.br/drenagem/download.php>. Acessado em setembro de 2009.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J. & AMARAL, R. (org) *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*, Instituto Geológico (Secretaria de Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo), São Paulo, 2009, 196 p.

TOLEDO, B. L. *São Paulo três cidades em um século.* Ed. Cosac Naify/Duas Cidades, 4ª ed. rev., São Paulo, 2007. 192p.

TOLEDO, B. L. *A São Paulo de Militão Augusto de Azevedo por Benedito Lima de Toledo: visita guiada à sala dedicada ao fotógrafo na exposição São Paulo, 450 anos – A imagem e a memória da cidade no acervo do IMS*. São Paulo: Instituto Moreira Salles, São Paulo, 2004.

TOY, T. J. & HADLEY, R. F. *Geomorphology and Reclamation of Disturbed Lands*, Academy Pres Ltd., United Kingdom/London, 1987, 480p.

TRAVASSOS, L. R. F. C. São Paulo e as águas: a limitação das soluções estruturais na drenagem urbana in O Blog do Guaciara, 2010. Disponível em: <http://guaciara.wordpres.com/?s=travassos>. Acessado abril de 2010.

TRAVASSOS, L. R. F. C. Macrodrenagem e expansão urbana na Bacia do Alto Tietê in Tietê Vivo - Fórum de Difusão Científica para Inovações de Pesquisa e Extensão – 2007 Ciência, Ação Social & Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo, 2008. Disponível em <http://tietevivo.files.wordpress.com/2008/06/luciana-travessos.pdf>. Acessado em fevereiro de 2010.

TRICART, J. Paisagem e ecologia. *Interfácies n.º 76.* IBILCE-UNESP: São José do Rio Preto, 1982, 55p.

TRICART, J, *Géomorphologie Applicable*. Masson, Paris, 1978, 204p.

TRICART, J. *Ecodinâmica.* FIBGE/Supren, Rio de Janeiro, 1977, 97 p.

TRICART, J. Os tipos de leitos fluviais. In *Notícia Geomorfológica, 6 (11),* Campinas, 1966, p. 41-49

TRICART, J. La cartographie Geomorfphologique Detaillée *in Principes et Methodes de la Geomorphogie*. Masson et Cie. Editeurs, Paris, 1965, p.182-233.

TRICART, J. Observation des Phenomenes at des faits Geomorfologiques, *in Principes et Methodes de la Geomorphologie* - Masson et Cie Editemas – Paris, 1965. p 77-99

TRICART, J.; DEMEK, J. Aplicações práticas dos mapas geomorfológicos detalhados, mapas aplicados e especiais. In: DEMEK, J. (ed) *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. Prague, IGU Commission on Geomorpholgical Survey and Mapping, (traduzido por Lylian Z. Coltrinari), 1972.

TRIMBLE, S. W. The use of historical data and artifacts in geomorphology in *Progress in Physical Geography 32 (1)*, 2008, p. 3-29.

TROPPMAIR, H. Estudo comparativo de mapeamentos Geomorfológicos, in *Notícia Geomorfológica, 10 (20)*, Campinas, 1970, p.3-11

TUCCI, C. E. M. Na busca da drenagem urbana sustentável. In *Blog do Tucci.* 12/07/2008. (Águas Urbanas). Disponível em: <http://blog.rhama.net/2008/07/12/na-busca-da-drenagem-urbana-sustentavel/> Acessado em abril de 2010.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas in *Inundações Urbanas na América do Sul* TUCCI, C. E. M. & BERTONI, J. C., ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 2003a, p. 11-44

TUCCI, C. E. M. Inundações e Drenagem Urbana in *Inundações Urbanas na América do Sul* TUCCI, C. E. M. & BERTONI, J. C., ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 2003b, p. 45-136

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana in *Ciência e Cultura*. vol. 55 n.4, SBPC, São Paulo, Oct./Dec. 2003, p. 36-37. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em abril de 2010.

TUCCI, C. E. M & BERTONI, J. C. (orgs) *Inundações Urbanas na América do Sul,* ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 2003., 156 p.

TUCCI, C. E. M. ”Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas, In Avaliação e Controle da Drenagem Urbana TUCCI, C. E. M. & MARQUES, D. L, da M. (org), Ed. UFRGS, vol. 1, Porto Alegre, 2000a Disponível em <http://www,.iph.ufrgs.br/corpodocente/tucci/publicacoes/institu.PDF> Acessado em fevereiro de 2010.

TUCCI, C. E. M. “Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas”, In Revista Brasileira de Recursos Hídricos ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos – Vol.5, n.1 (2000) – Porto Alegre, ABRH, 2000b. p.61-68.

TUCCI, C. E. M. & COLLISCHONN, W. Drenagem Urbana e Controle de Erosão in *Avaliação e controle de drenagem urbana.* Org. TUCCI, C. E. M. & MARQUES, D. L, da M., Ed. UFRGS, vol. 1, Porto Alegre, 2000c, p. 113-127.

VARGAS, M. Evolução dos conhecimentos. *In:* Negro, A. *et al.* (eds). *Solos da Cidade de São Paulo,* ABMS/ABEF, São Paulo, 1992, p. l-35

VERSTAPPEN, H. T. Geomorphology, resources, environment and the developing world. In: GARDINER, V. *International geomorphology 1986 (part 1)* John Wiley & Sons, New York, 1986

VIADANA, M. I. C. de F. *Atualização de cartas topográficas utilizando imagens orbitais: metodologia alternativa para microcomputadores*. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 1995, 138p.

VILLAÇA, F. *Estrutura Territorial da Metrópole Sul Brasileira: áreas residenciais e comerciais*. (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1978, 2v.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975, 245 p.

VITA-FINZI, C. Physiographic effects of man In: *The new encyclopedia Britannica*, Macropedia, vol. 20, 15ª ed. Chicago, 1993, p.22-26.

WRIGTH, R. L Principies in a geomorphological approach to land classification. *Zeitschrift für Geomorphologie 16*, 1972, p. 351-373.

ZAGNI, R. M. *Uma Análise Iconográfica de São Paulo "Várzea do Carmo, c. 1862"* Lab. de Estudos sobre a Intolerância – FFLCH/USP. São Paulo, 2004. 5p. *in* <http://www.rumoatolerancia.fflch.usp.br/files/active/0/Uma_analise_iconografica_de_Sao_Paulo.pdf>. Acessado em dezembro de 2008.

ZANÃO, R.; CASTRO, J.C.; SAAD, A.R. Caracterização Geométrica de um Sistema Fluvial, Formação Itaquaquecetuba, Terciário da Bacia de São Paulo. In *Geociências*, v. 25, n. 3, UNESP, São Paulo , 2006, p. 307-315

ZMITROWICZ, W. As obras públicas de Engenharia e sua função na estruturação da cidade de São Paulo. *Bol. Tec. 05/86 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo* (Deptº de Engenharia de Construção Civil), São Paulo, 1986, 29p.

ZMITROWICZ, W. *Obras Públicas de engenharia e sua função na estruturação da cidade de São Paulo.* Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1985. 263p.

DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS

AB`SABER, A. N. Mapa Geomorfológico esquemático do sítio urbano de São Paulo. In: *Geomorfologia do sitio urbano de São Paulo*. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo. Geografia 12, bol nº 219, escala aproximada 1:75.0000, São Paulo, 1957

ALBUQUERQUE, F. de & MARTIN, J. Mapa da capital da Província de São Paulo (1877) escala aproximada 1:3.500 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

ALMEIDA, F. F. M. de Carta Geomorfológica do Planalto Paulistano e vizinhanças, (escala aproximada 1:200.000) in: AZEVEDO, A. *A cidade de São Paulo*. V.1. A Região de São Paulo. AGB-SP, São Paulo., 1953.

BONVICINI, H. (editor) Planta da cidade de São Paulo (1895) escala 1:10.000 in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

BRESSER, C. A. Mappa da cidade de São Paulo e seus subúrbios s/d (c. 1847), escala aproximada 1:5.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

BRESSER, C. A. Planta da cidade de São Paulo (1841 ?) escala aproximada 1:5.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

BRITO, M. S. A cidade de São Paulo: expansão da área arruada entre 1881-1914. In: *A participação da iniciativa privada na produção do espaço urbano: São Paulo 1890-191*1. (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 2000. 213p. e mapas.

CARDIM, G. Planta Geral da Capital de São Paulo (1897) escala aproximada 1:20.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

CESAD/FAU-USP *Mapas da evolução da mancha urbana da RMSP (1881 a 2001).*Disponível em http://www. cesad.fau.usp.br

COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

COMPANHIA CANTAREIRA E ESGOTOS Planta da cidade de São Paulo (1881) escala aproximada 1:50.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

COSTA, R. J. F. e ; Planta da Cidade de São Paulo (1810) Escala aproximada 1:5.000. in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

COSTA, R. J. F. e ; Planta da Imperial Cidade de São Paulo (1810 – reedição de 1941, com acréscimos) Escala aproximada 1:10.000. in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

COUTINHO, J. M. V *Mapa geológico de São Paulo e arredores*. (escala 1:50.000), 1967

EMPLASA – ESTADO DE SÃO PAULO/SEPLAN *Cartas de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê* , Emplasa/Fehidro,São Paulo, escala 1:25.000, 2005.

EMPLASA - ESTADO DE SÃO PAULO/SNM *Geomorfologia – Região Metropolitana de São Paulo. Escala 1:250.000*, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria dos Negócios Metropolitanos, São Paulo, 1992.

EMPLASA – ESTADO DE SÃO PAULO/SNM *Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo. Escala 1:100.000*, São Paulo, 1980.

FREITAS, A. A. de *Plan'historia da cidade de S. Paulo no período de 1800-1874*, E Arrault., 1914.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO/SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cartas topográficas da cidade de São Paulo, escala 1:12.500, folhas 1 a 9, São Paulo, 1971.

MARTIN, J. Planta da Capital do Estado de São Paulo e seus arredores (1890) escala aproximada 1:6.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

OURIQUE, J. J. da C. Carta da Capital de São Paulo (1942), escala aproximada 1:5.000 in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO Planta da cidade de São Paulo mostrando todos os arrabaldes e terrenos arruados (1924), escala 1:30.000., com curvas de nível extraídas da carta 1:100.000 da Comissão Geográfica e Geológica do estado de São Paulo. Disponível em http://sempla.prefeitura.sp.gov.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO/DIRECTORIA DE OBRAS E VIAÇÃO Planta da cidade de São Paulo (1916), escala 1:20.000, ed. provisória.

RATH, C. Mappa da Imperial Cidade de São Paulo (1855) escala aproximada 1:10.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

RATH, C. Planta da Cidade de São Paulo (1868) escala aproximada 1:10.000 . in COMISSÃO DO IV CENTENÁRIO DE CIDADE DE SÃO PAULO; *São Paulo antigo plantas da cidade*, São Paulo, Editora Melhoramentos,1954.

REPARTIÇÃO DE ÁGUAS E ESGOTOS DE SÃO PAULO Planta da cidade de São Paulo (1901) escala 1:20.000 in PASSOS, M. L. P & EMÍDIO, T. *Desenhando São Paulo- mapas e literatura (1877-1954)*, SENAC/Imprensa Oficial, São Paulo, 2009.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. (1997) *Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo* escala 1:500.000. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Geografia FFLCH – USP/IPT/FAPESP: vols. I e II, São Paulo.

SARA BRASIL S/A Mappa Topographico do Município de São Paulo, escala 1:30.000, folha IV, Prefeitura do Município de São Paulo, 1930.

SARA BRASIL S/A Mappa Topographico do Município de São Paulo, escala 1:5.000, folhas 37, 50, 51, 52, 65 e 66. Prefeitura do Município de São Paulo, 1930.

SECRETARIA DO ESTADO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO/INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC) Planta Geral da Cidade de São Paulo (1905), escala 1:20.000, executada por COCOCI, A. M. & COSTA, L.F.L. Comissão Geográfica e Geológica, 1905. Disponível em http://sempla.prefeitura.sp.gov.br

SECRETARIA DO ESTADO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO/INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC) Planta Geral da Cidade de São Paulo (1914), escala 1:20.000. Comissão Geográfica e Geológica, 1914. Disponível em http://sempla.prefeitura.sp.gov.br

SECRETARIA DO ESTADO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO/INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC) Planta da cidade de São Paulo (1913), escala 1:15.000, executada por COCOCI, A. M. & COSTA, L.F.L. (Instituto Geográfico e Geológico), Companhia Litographica Hartmann-Reichenbach, 1913 Disponível em <http://sempla.prefeitura.sp.gov.br> Acessado em agosto de 2009.

SECRETARIA DO ESTADO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO/INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC) São Paulo: Projeção Hiperboloid com rede kilométrica (1951), escala 1:40.000. Companhia Melhoramentos de São Paulo, 1951. Disponível em <http://sempla.prefeitura.sp.gov.br>. Acessado em agosto de 2009.

SECRETARIA DO ESTADO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO/INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC) Planta da Cidade de São Paulo e municípios circunvizinhos (1943), escala 1:50.000. The São Paulo Tramway Light & Power Co. Ltd, 1943 Disponível em <http://sempla.prefeitura.sp.gov.br > Acessado em agosto de 2009.

SITES:

http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br

http://comites.igam.mg.gov.br

http://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/

http://guaciara.wordpres.com/?s=travassos

http://marcos.mazo.nom.br/site/node/155

http://noticias.ambientebrasil.com.br/

http://www.acquacon.com.br

http://www.ana.gov.br

http://www.appgema.org/index.php?n=Main.AppGeMaSessionAtMelbourne2009

http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp

http://www.pnud.org.br/atlas/

http://www.pnud.org.br/atlas/instalacao/index.php
http://www.rumoatolerancia.fflch.usp.br/files/active/0/Uma_analise_iconografica_de_Sao_Paulo.pdf

http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2007/jusp807/pg15.htm
ref=14

www.aprenda450anos.com.br

www.cartografia.org.br/xxi_cbc/178-C36.pdf

www.cesad.fau.usp.br

www.daee.sp.gov.br.

www.ecosama.com.br

www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/infometropolitana/rmsp_dados.asp.

www.fcth.br

www.fotoplus.com/dph/info05/index.html

www.funape.org.br/geomorfologia

www.geobrasil.net

www.ponto.org/3/entrevistas.html

www.rc.unesp.br/igce/planejamento/gpapt/gpapt.htm

www.santoandre.sp.gov.br

www.saobernardo.sp.gov.br/SECRETARIAS/sec/historia/historia_foto_ampliada.asp?

www.scielo.br

www.seade.gov.br

www.sempla.prefeitura. sp. gov.br