

Plano Diretor de Drenagem

Diretrizes, Orientações e Propostas

Guarulhos, SP – Dezembro/2008



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
Agradecimentos	5
1 AS CHEIAS E INUNDAÇÕES	7
1.1 CONDIÇÕES NATURAIS DAS ÁGUAS	7
1.1.1 Estiagem e cheias	7
1.1.2 Os espaços naturais e o ciclo das águas	7
1.2 INTERFERÊNCIAS E INTERVENÇÕES URBANAS	8
1.2.1 As intervenções humanas e os seus efeitos no ciclo hidrológico	8
1.2.2 Enchentes e a urbanização	9
1.2.3 A transferência de impactos e as novas concepções de drenagem.....	11
1.2.4 Comprometimento da qualidade da água das chuvas	15
1.3 CONSEQUÊNCIAS E PERSPECTIVAS DE AGRAVAMENTO.....	16
1.3.1 Os efeitos sociais.....	16
1.3.2 Expansão urbana e mudanças climáticas.....	17
2 PRINCIPAIS DESAFIOS DE GUARULHOS	18
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	18
2.2 SITUAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA	18
2.3 OS ESPAÇOS DAS ÁGUAS NO MUNICÍPIO	20
2.3.1 Bacias hidrográficas.....	27
2.3.2 Cobertura vegetal	32
2.4 CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS	33
2.4.1 Águas subterrâneas.....	33
2.4.2 Abastecimento da População.....	37
2.4.3 Reuso e outras formas de suprimento de água	37
2.5 AUMENTO DO RISCO DAS INUNDAÇÕES E AGRAVAMENTO DAS SUAS CONSEQÜÊNCIAS	38
2.5.1 Incremento populacional e Expansão urbana.....	38
2.5.2 Espaços remanescentes e “vazios” urbanos	42
2.5.3 Ocupação de Várzeas.....	42
2.5.4 Aptidão física	48
2.5.5 Áreas de Risco	51
2.5.6 Inundações.....	55
2.5.7 Erosão e assoreamento.....	58
2.5.8 Resíduos Sólidos	64
2.5.9 Áreas contaminadas e vulnerabilidade de aquíferos	64
2.5.10 Poluição das águas e risco à saúde.....	65
2.5.11 Ilhas de calor.....	71
2.5.12 Planos, projetos e empreendimentos interferentes nas condições de drenagem.....	71

2.6	GESTÃO MUNICIPAL	75
3	DIRETRIZES DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM	78
3.1	PRINCIPAIS DESAFIOS DE GUARULHOS.....	78
3.1.1	A necessidade de garantir os espaços das águas	78
3.1.2	Foco na gestão	81
3.2	OBJETIVOS E PRIORIDADES DO PDD	82
3.3	SÍNTESE DAS DIRETRIZES POR TEMA.....	84
3.3.1	Gestão municipal articulada	84
3.3.2	Proteção aos mananciais, à cobertura vegetal existente e demais áreas livres da ocupação ...	86
3.3.3	Controle da erosão e assoreamento.....	87
3.3.4	Prevenção da ocupação e aterramento de várzeas	87
3.3.5	Recuperação de áreas urbanas degradadas.....	87
3.3.6	Lei de compensação de impactos decorrentes da urbanização.....	87
3.3.7	Manutenção e operação da infra-estrutura de drenagem existente.....	88
3.3.8	Implantação e operação de reservatórios de contenção	88
3.3.9	Eliminação de interferências negativas dos grandes empreendimentos.....	88
3.3.10	Redução de ameaças à saúde e melhoria da qualidade da água	88
3.3.11	Redução dos riscos e da ocorrência de áreas contaminadas.....	89
3.3.12	Intervenção em áreas críticas de inundação	89
3.3.13	Gestão de risco de inundações.....	90
3.3.14	Uso de água subterrânea.....	90
3.3.15	Aproveitamento de água de chuva, reuso e sustentabilidade dos recursos hídricos	91
4	SÍNTESE DE PROPOSTAS.....	92
5	Projeto de Lei: Disciplina as obras de movimentação de terra e o controle da erosão... 94	94
6	Notas	97
7	Referências.....	100
8	Sumário de Figuras e tabelas	103
9	Sumário de Mapas	105

Capa:

Destaque: Reservatório do Cabuçu – Acervo do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos – 4/3/8.

Detalhes: Acervo Prefeitura de Guarulhos

APRESENTAÇÃO

Este Plano estabelece diretrizes para a atuação municipal no controle das inundações, a partir da identificação das condições em que esses fenômenos são originados e como eles repercutem na cidade. Para tanto, são apresentadas as condições naturais em que se desenvolvem as cheias e de que forma a cidade interfere nesse processo, seja através das suas características atuais e processo de expansão, como das obras realizadas com o objetivo de reduzir a ocorrência das inundações. Essa interferência e suas conseqüências mostram tendências de se tornarem mais sérias, caso continuem a se verificar os mesmos padrões de crescimento da cidade verificados até o presente, considerando, ainda, as mudanças do clima, que vêm ocorrendo e tenderão a se intensificar.

Para enfrentar esses problemas são propostas diversas ações, cujo objetivo inicial é o de prevenir esse agravamento da situação atual. Esta prevenção requer a revisão geral do que vem sendo feito em relação a drenagem e, principalmente, no processo de crescimento da cidade de Guarulhos, de forma a respeitar a necessidade de espaço para absorver e conter as cheias, evitando que a água - um recurso cada vez mais necessário - se transforme em um problema, pelo despreparo em lidar com ela. Uma nova política deve ser implementada, paralelamente ao tratamento urgente dos casos mais graves, em que muitas famílias sem condições econômicas de buscar alternativas de moradia convivem com as águas contaminadas durante as inundações, com sérias conseqüências para a saúde.

Entende-se que a resolução desses conflitos com a água depende do reconhecimento de seu valor como recurso escasso, com o qual é necessário aprender a coexistir, aproveitando-o quando está mais disponível - nas cheias - garantindo estoques de melhor qualidade. Colocar em prática essa estratégia depende de uma série de ações identificadas neste Plano para aplicação progressiva em Guarulhos. Considerando que a área do Município está situada no interior de grandes bacias hidrográficas, o sucesso no enfrentamento de seus problemas também depende de como os governantes, as empresas e a população dessa grande região deverão lidar com as águas em seus territórios. Essa condição requer que o Município de Guarulhos, além de trabalhar intensamente na sua área, passe a discutir suas propostas e soluções também com o governo estadual e as prefeituras vizinhas.

Todas essas análises, propostas e diretrizes apresentadas neste Plano Diretor, fundamentam-se em estudos desenvolvidos dentro e fora do município, que são identificados nas referências que acompanham este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível sem a participação de secretários, técnicos e colaboradores das diversas secretarias, órgãos municipais da Prefeitura de Guarulhos e da sociedade civil, cujo empenho e dedicação proporcionou uma visão integrada deste Plano.

Agradecemos a todos que de forma excepcional contribuíram para a sua elaboração, em especial ao Prefeito Elói Pietá, que nos incumbiu desta tarefa.

Geólogo Delmar Mattes

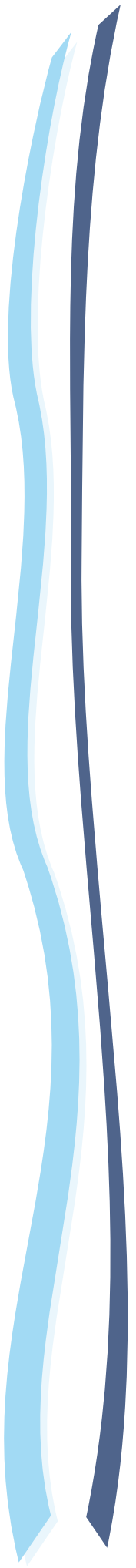
Coordenador do Plano Diretor de Drenagem, 2002-2007; Coordenador de Assuntos Portuários, 2003-2007

Engenheira Patrícia Veras

Coordenadora de Assuntos Portuários, 2007-2008

Arquiteto Roberto dos Santos Moreno

Coordenador de Assuntos Portuários, 2008



1 AS CHEIAS E INUNDAÇÕES

1.1 CONDIÇÕES NATURAIS DAS ÁGUAS

1.1.1 Estiagem e cheias

A água sofre pelo menos duas grandes variações ao longo do ano, no que se refere à sua quantidade sobre a superfície do solo: o período de estiagem, quando chove pouco, e o de cheia, quando as águas precipitadas já não cabem na calha dos rios (leito menor) e extravasam para as suas várzeas (leito maior) localizadas ao longo de suas margens.

Esta diferença, mais ou menos pronunciada, a depender da variabilidade climática local, se refletirá na necessidade de um maior ou menor espaço que as águas utilizarão em toda a área da bacia hidrográfica, em seu percurso na busca de locais mais baixos. A partir da precipitação, atravessando a cobertura vegetal, espaços edificadas, piso impermeável, canais, tubulações variadas e solo exposto em diferentes graus de permeabilidade, a água ganha ou perde velocidade, escapa ou é acumulada em diferentes proporções, a depender das condições oferecidas pelos seus diversos “recipientes”.

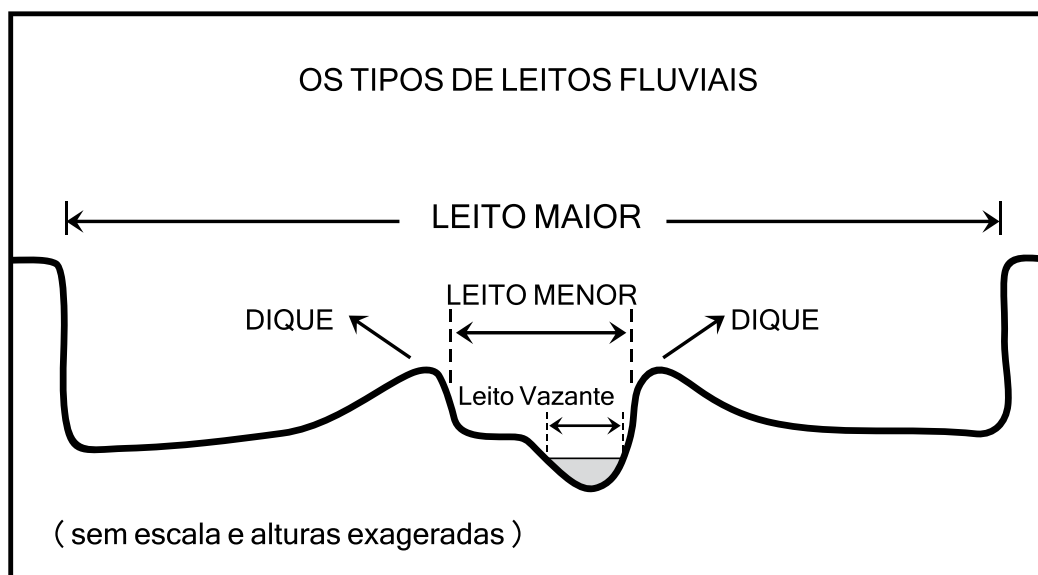


Figura 1.1.1 – Leito maior e leito menor de um curso d'água
Fonte: Tricart (1966), citado por Christofolleti (1981)

1.1.2 Os espaços naturais e o ciclo das águas

Em condições naturais, a vegetação amortece o impacto das chuvas sobre o solo, desviando parte das águas em percursos na superfície das folhas e caules, o que, em parte, possibilita a absorção pelas plantas e a evaporação pela radiação solar. Esse conjunto de retenções e o processo de liberação de água sob a forma de vapor, originado de fora e de dentro da vegetação quando esta transpira, assegura os altos teores de umidade encontrados nas florestas que, assim, cumprem um importante papel na manutenção do equilíbrio da temperatura e das chuvas, reduzindo os extremos das cheias e das estiagens.

Esta redução no volume das águas que escoam e a lentidão provocada pelo que encontram no seu percurso facilitam sua infiltração no solo, que é ainda mais favorecida pelo amortecimento das folhas caídas e pelos caminhos escavados no solo pela fauna e pelas raízes das plantas.

Mesmo perdendo em velocidade e quantidade, grandes volumes alcançam e se espalham nos locais mais baixos e com menor declividade, propiciando as cheias que, por se acumularem em superfícies baixas e planas (várzeas), propiciam solo fértil arrastado e irrigado e, também, multiplicam condições e formas de vida, possibilitadas pelo aproveitamento das águas em diferentes circunstâncias e graus de disponibilidade.

Todo esse processo faz parte de um mecanismo muito maior de circulação contínua de massas de água, que tem como principal característica a sua renovação, alimentada pela energia solar e pela força da gravidade, denominado de 'ciclo das águas' ou 'ciclo hidrológico'. Esse ciclo manifesta-se, entre outros fenômenos, pela precipitação, infiltração, acúmulo subterrâneo da água, escoamento superficial e evaporação, do qual participam a atmosfera, a superfície do terreno, a cobertura vegetal e as diferentes camadas do subsolo.

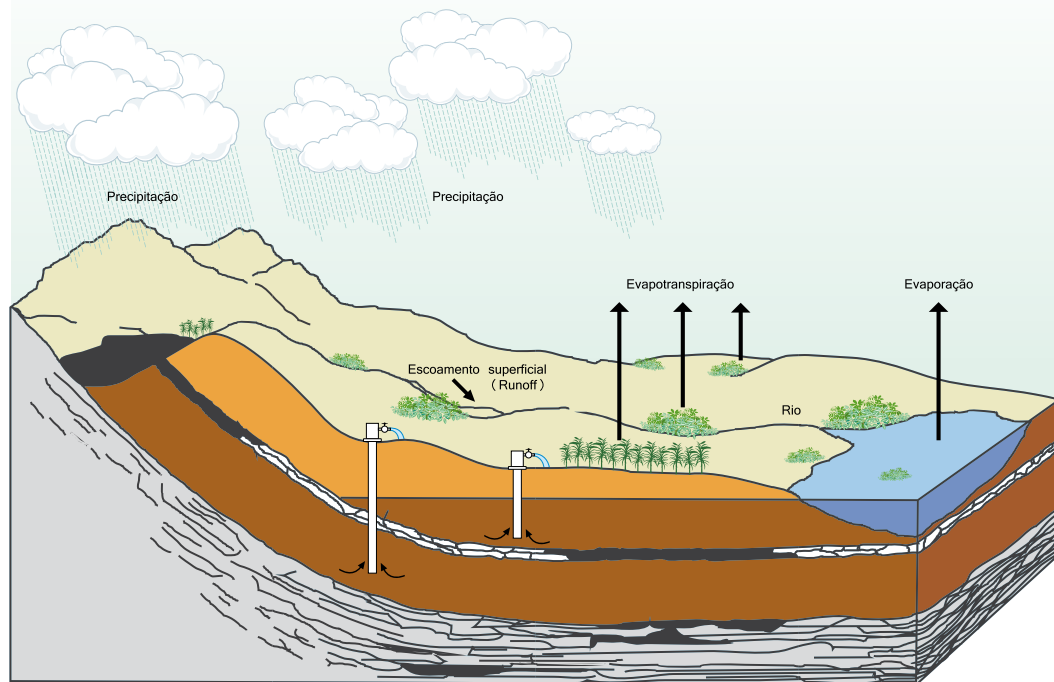


Figura 1.1.2 – Ciclo Hidrológico.

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE/1989, ano 5, n°15. In: O Espaço das Águas: As Várzeas de Inundação na cidade de São Paulo/2001

1.2 INTERFERÊNCIAS E INTERVENÇÕES URBANAS

1.2.1 As intervenções humanas e os seus efeitos no ciclo hidrológico

As atividades humanas, especialmente nas últimas décadas, vêm provocando profundas alterações no ambiente natural gerando impactos e situações extremamente críticas, que se refletem tanto na quantidade como na qualidade das águas. Dessas alterações, podem ser destacadas algumas que se manifestam, direta e indiretamente, no agravamento das inundações:

- a substituição da vegetação por solo exposto, além de movimentos de terra sem a devida proteção das superfícies e sistema de drenagem, que acabam gerando intensos processos erosivos, e os consequentes assoreamentos dos cursos d'água;
- a urbanização, no padrão que vem sendo efetuada, envolvendo diferentes intervenções diretas nos fluxos e no regime das águas, através da implantação de redes para escoamento, canalizações, retificações, obstruções e desvios, muitas executadas de forma inadequada; além das alterações no relevo e na ocupação do solo, como o aterro das várzeas, as quais são imprescindíveis para o amortecimento de cheias;
- o lançamento de esgotos domiciliares e efluentes industriais no solo e nos corpos d'água, além da disposição inadequada de resíduos sólidos e da lavagem das superfícies de áreas urbanas, transferindo para as águas, dentre todos os tipos de poluentes, substâncias tóxicas e perigosas para a saúde e a vida;
- a redução da infiltração no solo por sua intensa impermeabilização, que aumenta as vazões das cheias e provoca as inundações, ao mesmo tempo em que reduz as reservas de água subterrânea, que vêm sendo exploradas acima de sua capacidade de reposição; e
- as mudanças climáticas, que já ocorrem de forma crescente, alterando a distribuição, intensidade, duração das chuvas e evaporação, resultando no agravamento das inundações e da escassez de água.

Os efeitos destas alterações se manifestam em todos os componentes do ciclo hidrológico, promovendo:

- o aumento da temperatura média do ambiente, contribuindo para a formação das 'ilhas de calor' nas porções desprovidas de vegetação, adensadas de ocupação urbana, onde também se concentra

- o uso e a geração de energia, em espaços construídos de forma a absorver para si e a refletir para o entorno e a atmosfera maior quantidade de energia solar;
- a redução dos mecanismos de 'evapotranspiração', responsáveis pelo reequilíbrio da temperatura e umidade associados à vegetação, que vai se tornando escassa no interior e no entorno das cidades;
 - a diminuição da capacidade de reposição natural das reservas de água subterrâneas, os aquíferos;
 - o aumento do escoamento superficial gerando cada vez maiores vazões por ocasião das chuvas intensas (vazões máximas), que se traduzem no aumento da frequência, intensidade e gravidade das inundações;
 - a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, por receberem todo o tipo de poluentes e resíduos, em quantidades crescentes.
 - a superexploração dessas águas para todos os usos, que, além de contribuírem para a escassez, reduzem sua capacidade de diluir seus contaminantes;
 - o aumento das precipitações pluviométricas, seja pelos efeitos regionais das "ilhas de calor", como devido às mudanças climáticas globais; estas últimas acompanhadas de um agravamento da estiagem - fatores que já vêm ocorrendo e não podem ser ignorados;
 - o 'assoreamento', ou preenchimento do leito dos córregos e rios por sedimentos e lixo, devido ao aumento da erosão.

1.2.2 Enchentes e a urbanização

Todas estas alterações do ciclo hidrológico geram mudanças qualitativas e quantitativas muito intensas nos sistemas de drenagem das áreas urbanas, onde são ampliadas as condições de escoamento das águas superficiais, com o objetivo de afastá-las dos espaços construídos. Com a urbanização das bacias hidrográficas¹, o aumento da impermeabilização do solo, as canalizações e toda a rede de drenagem podem gerar vazões máximas até sete vezes maiores daquelas propiciadas pelas condições naturais pré-existentes (TUCCI, 1997).

Além desses agravantes das inundações, outros são freqüentemente encontrados, tais como as obstruções dos cursos d'água (como pontilhões baixos, que dificultam a passagem das águas nos canais e córregos), aterros e todo o tipo de construções nas áreas de escoamento e acomodação das águas, que são as várzeas e o leito dos córregos e rios constituindo, todos eles, fatores localizados ou generalizados dos alagamentos e inundações.



Figura 1.2.2.a – Foto de pontilhão obstruindo a drenagem.

Fonte: Erosão e Assoreamento na RMSP – palestra apresentada pelo Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, Guarulhos, 2005.



Figura 1.2.2.b –Foto de inundações em área urbana.
Fonte: Defesa Civil de Guarulhos

Todos esses exemplos mostram, portanto, que qualquer ocupação ou intervenção na área de uma bacia hidrográfica altera suas condições de escoamento, gerando impactos no sistema de drenagem.

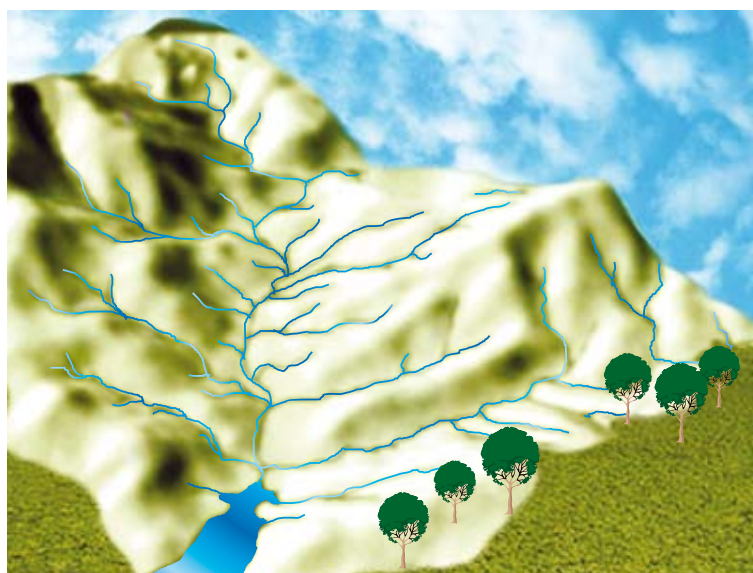


Figura 1.2.2.c – Bacia Hidrográfica.
Fonte: www.eco.unicamp.br/nea/Gestao_Bacia/imagen, acessado em março de 2007

Do mesmo modo, qualquer modificação em um determinado corpo d'água (canalização, retificação) ou supressão de áreas marginais (várzeas ou bacias naturais de acomodação) altera as vazões naturais, ampliando as vazões máximas, que são transferidas ou retidas em áreas ocupadas, formando áreas inundáveis. Assim, os problemas críticos de enchentes estão diretamente relacionados à extensão e ao modo como se dá a urbanização.

A relação entre a área impermeável, densidade urbana e crescimento populacional, determinam a necessidade de entendimento da dinâmica das alterações de uma determinada bacia hidrográfica, em relação aos espaços das águas, para se verificar e aprimorar seu sistema de drenagem, a ser feito de forma a prevenir as causas das inundações. O raciocínio da prevenção, neste caso, implica em considerar que toda ocupação ou intervenção nova na cidade exige uma compensação dos espaços das águas eliminados, reduzidos ou transferidos, independente dos esforços necessários para resolver os problemas já acumulados.

Os espaços naturais, muitos deles estabelecidos por lei como Áreas de Preservação Permanente - APPs, que incluem as várzeas, faixas ao longo dos corpos d'água, nascentes, locais cobertos por vegetação natural, encostas de alta declividade e topos de morro) vêm sendo substituídos pela ocupação urbana. Esta é apoiada

por obras de infra-estrutura (canalizações ou reservatórios, por exemplo) que, normalmente, não têm trazido vantagens para o conjunto das áreas, atividades econômicas e populações afetadas.

Nesse sentido, deve-se assegurar os espaços que têm sido suprimidos das águas das cheias. Dentre outros, destacam-se como foco de atenção preventiva aqueles ainda não ocupados, a seguir identificados e indicado na figura 1.2.2.f.:

- espaços contínuos, periféricos à urbanização, em especial aqueles situados nas áreas mais altas, próximos aos limites superiores das bacias hidrográficas (01);
- espaços contínuos existentes dentro das porções urbanizadas e lotes vazios (02);
- pequenas porções de áreas permeáveis existentes nos lotes edificadas (03);
- faixa “*non aedificandi*” e várzeas não ocupadas ao longo dos cursos d’água (04).

Esses espaços, cada qual demandando uma forma de tratamento específica, servem de base para se avaliar a capacidade de acomodação que deverão ter os novos projetos e investimentos previstos para cada bacia. A existência de áreas ocupadas, submetidas a enchentes, é uma indicação da situação crítica da bacia, exigindo que se repense o atual processo de ocupação urbana.



Figura 1.2.2.f – Foto aérea de uma bacia com áreas prioritárias para preservação.
Fonte: Google Earth, acessado em setembro de 2008.

1.2.3 A transferência de impactos e as novas concepções de drenagem

Para enfrentar as enchentes nas áreas urbanas, a política adotada pelos órgãos públicos ao longo de muitas décadas, foi ampliar a capacidade de escoamento dos cursos d’água, mediante a execução de obras de canalização ou retificação. Essa orientação, baseada no emprego de intervenções conhecidas na engenharia como ‘estruturais’, tinha como principal objetivo retirar espaços de acomodação natural das águas para lhes dar usos urbanos.

Os projetos eram implantados na expectativa de que os seus canais artificiais retirassem as águas desses locais, permitindo a disponibilização de faixas marginais, sujeitas a enchentes, para variados usos urbanos como, por exemplo, o sistema viário e todo o tipo de construções. A intenção desses projetos era transferir os volumes de água que transbordavam no período das enchentes para locais situados rio abaixo.

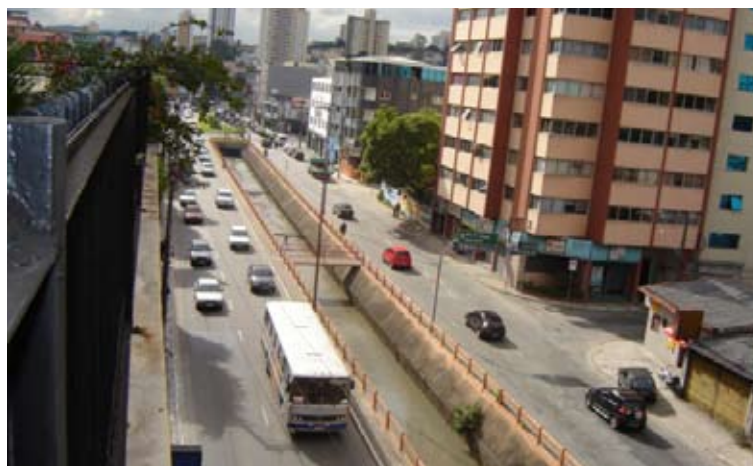


Figura 1.2.3.a – Foto de córrego canalizado na região central de Guarulhos, Av. Tirdentes.
Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos

Esta política, além de agravar os problemas de inundações no conjunto da bacia hidrográfica, provocava um enorme desperdício de recursos públicos. Isto porque, exigia a execução de cada vez mais obras para tentar livrar as áreas das novas e crescentes inundações, que iam sendo transferidas para outras áreas situadas rio abaixo.

Além dos óbvios prejuízos, essas obras sucessivamente demandadas são cada vez mais caras, pois têm de lidar com crescentes vazões, a serem acomodadas em estruturas que vão tomando proporções agigantadas, disputando espaços já ocupados pela urbanização. Isto implica em maiores e mais custosas desapropriações, bem como a necessidade de dar solução a todas suas interferências com a infra-estrutura já implantada nos locais das obras.

Essa orientação geral tem agravando os problemas para a população e dificultado sua solução, além de ampliar os gastos com toda a seqüência de obras necessárias para afastar a água para locais cada vez mais distantes. Em síntese, esse fenômeno já é amplamente conhecido por seus efeitos desastrosos: o crescimento contínuo da infra-estrutura de drenagem faz crescer as vazões no sistema, aumentando seus picos de inundação.

O agravamento das condições de escoamento das águas nas áreas urbanas fez com que, a partir da década de 90, tivessem melhor aceitação propostas de substituição das estruturas hidráulicas tradicionais por reservatórios de retenção², ou detenção³, também conhecidos como “piscinões”, que já estavam sendo implantados em países do hemisfério Norte. Essas novas intervenções foram propostas com o objetivo de reter parte das vazões de pico, diminuindo o risco de enchentes, na medida em que permitiam a liberação lenta das águas que eram acumuladas nos reservatórios durante as chuvas intensas.

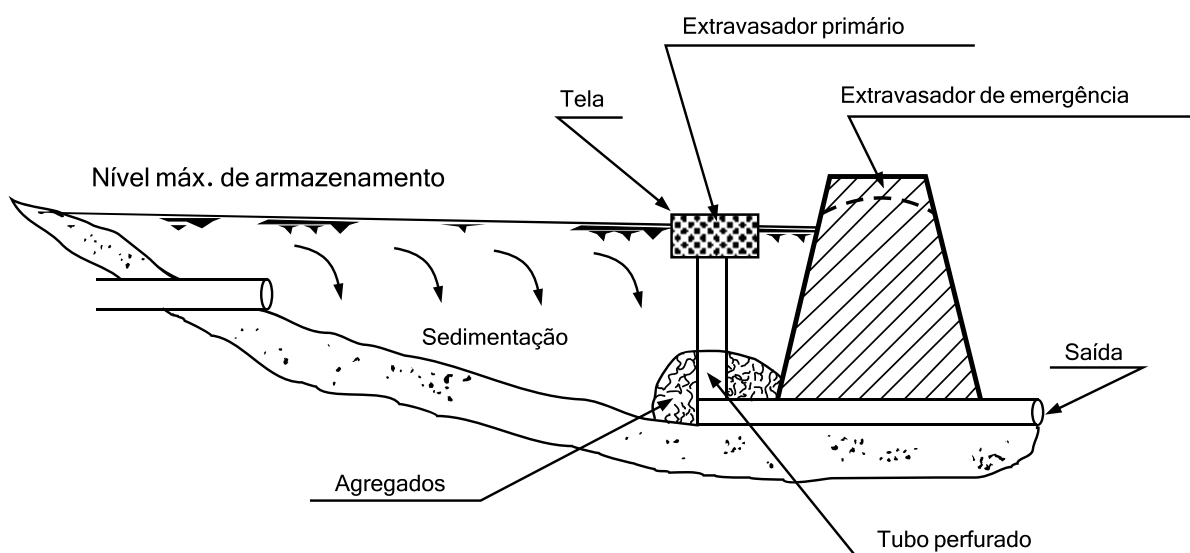
Na realidade, os reservatórios acabaram assumindo um papel emergencial no enfrentamento das crescentes inundações, uma vez que os sistemas existentes nas áreas densamente urbanizadas não tinham como absorver as crescentes vazões geradas pelas obras tradicionais.



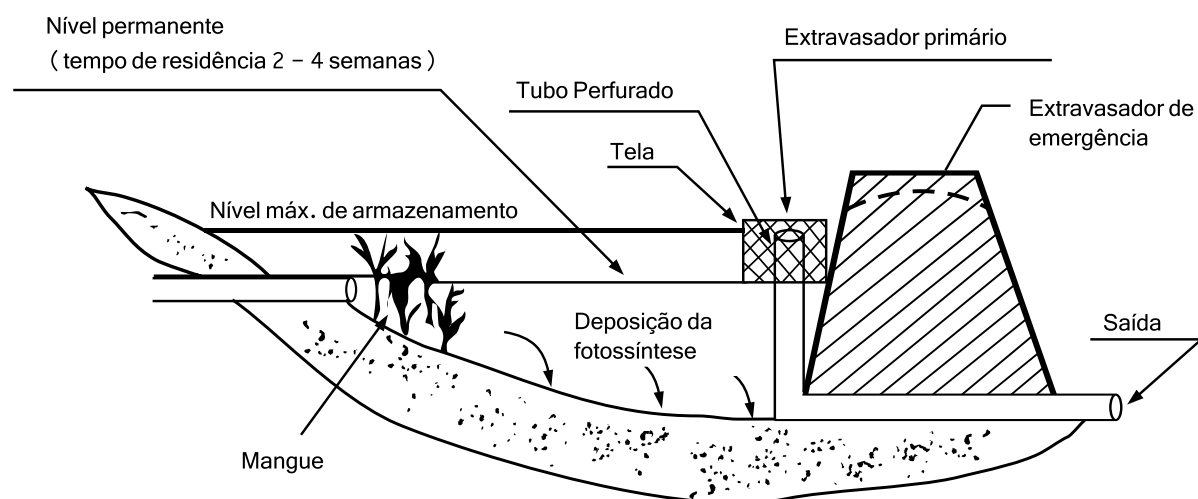
Figura 1.2.3.b – Foto de um reservatório de amortecimento de cheias (piscinão) na cidade de São Paulo, Av. Águas Espraiadas.
Fonte: www.panoramio.com/photos/722317.jpg e www.panoramio.com/photos/original/729175.jpg – Acessado em 25/07/08.

Cabe observar, também, que a implantação desses reservatórios em áreas urbanizadas implicou, em muitos casos, em altos custos de desapropriação e na perda das últimas áreas livres existentes nos fundos de vale, muitas das quais utilizadas como única alternativa de lazer pela população. Além disso, a falta de controle de erosão, de sistemas de esgotos e de procedimentos de coleta de lixo minimamente adequados têm tornado esses locais de retenção de águas pluviais focos de contaminação. Por outro lado, são necessários vultuosos recursos para manter esses espaços permanentemente vazios, capazes de receber as sucessivas cheias.

Logo em seguida, esta nova concepção foi complementada com um elenco de medidas de controle de vazões, destinadas a estimular a infiltração e armazenamento das águas pluviais. Essas medidas começaram a ser aplicadas nos locais onde as chuvas caem (origem das vazões), através da criação de pequenos reservatórios e soluções para permitir a infiltração da água no solo em lotes, propriedades isoladas, praças, passeios ou mesmo em grandes áreas e bairros inteiros.



A - RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO



A - RESERVATÓRIO DE RETENÇÃO

Figura 1.2.3.c – Medidas de controle de vazão na fonte - reservatórios para controle de material sólido.
Fonte: MAIDMENT, 1993 citado em TUCCI, PORTO e BARROS, 1995.

Todas essas medidas, que constituem intervenções artificiais necessárias ao controle de enchentes nas áreas densamente urbanizadas, são também conhecidas como "medidas estruturais". Elas buscam compensar parte dos impactos gerados pela urbanização. A priorização dessas obras sobre as de proteção dos espaços naturais das águas, na prática, relega as medidas preventivas a um segundo plano. Isto implica em desconsiderar as soluções que evitem os problemas, como as baseadas no planejamento do uso e ocupação do território, destinadas a garantir a manutenção desses espaços das águas.

Em outras palavras, é necessário alterar o atual padrão de urbanização, que se baseia na contínua eliminação do espaço natural das águas, substituindo-o por espaços e soluções artificiais. Essas soluções implicam na perda de áreas livres essenciais para a cidade, afetando as condições de vida e saúde da vizinhança, elevando os custos, que são crescentes, para implantação, manutenção e gestão, além de serem criadas num ritmo absolutamente desproporcional à sua necessidade.

Assim, para se proceder à melhor escolha das alternativas de solução, em qualquer cidade, é necessário priorizar aquelas que evitem as causas das inundações e, dentre as demais soluções, selecionar as que equacionam os problemas nos locais onde a chuvas caem.

Além disso, deve se evitar a padronização das intervenções, buscando-se adequá-las às realidades de cada local. Cada bacia ou sub-bacia hidrográfica possui uma enorme diversidade de situações, que inclui os sistemas de drenagem já implantados. Essa variedade de situações requer uma adequada base de informações para permitir a indicação e o detalhamento de medidas e ações específicas para cada realidade, no que diz respeito ao controle dos espaços das águas e dos impactos no sistema de drenagem dessas bacias.

Renaturalização dos rios

Mais recentemente, estudos realizados na Europa mostraram a importância e a viabilidade de se recuperar e 'renaturalizar' rios e córregos, considerando seus benefícios ambientais e sociais. Esta é uma diretriz específica da União Européia, para aplicação em todos os seus países membros, cujos resultados práticos, no caso da Alemanha, vêm mostrando a reconquista de equilíbrios ambientais importantes, como a redução dos riscos de inundações e de estiagens, além de propiciar oportunidades de recreação e outras formas de contato da população com as águas, promovendo avanços nas políticas que mais dependem da educação ambiental.



Figura 1.2.3.d – Foto de rio canalizado.
Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Guarulhos.



Figura 1.2.3.e – Foto do rio renaturalizado.
Fonte: Renaturalização dos Rios: Gestão Holística dos Fluxos Hídricos para reduzir as enchentes de São Paulo – palestra apresentada por Gilmar Altamirano assessor para águas e saneamento da Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de São Paulo – maio, 2006

Essa solução também tem sido recomendada, considerando a necessidade de se enfrentar os efeitos das mudanças climáticas. Isto porque, a ampliação dos espaços das águas permite reduzir os riscos das cheias, cada vez mais intensas, que já estão se verificando.

1.2.4 Comprometimento da qualidade da água das chuvas

A água tem o poder de dissolver quase todas as substâncias e, como ela se move por todos os lugares, a condição em que eles se encontram passa a ser fundamental para determinar a sua composição e nível de qualidade. Assim, ela pode incorporar quase tudo, desde que “inicia” seu ciclo com a evaporação, entrando em contato com a atmosfera, incorporando as partículas nela presentes em seu deslocamento sob a forma de vapor, disperso ou agrupado em nuvens. Ao se precipitar, por exemplo, a chuva pode ter sua acidez aumentada, ameaçando tudo o que depende ou tem contato com ela, dependendo do grau de poluição do ar encontrado no seu caminho até o solo ou o mar.

Na superfície do solo, quando coberto de vegetação, a água se precipita sobre folhas e troncos, que amortecem sua queda permitindo que, no lento escoamento, incorpore substâncias e se infiltre; atravessando diferentes ambientes da superfície, solo e subsolo. Estes são povoados de organismos que, ao se alimentarem dos componentes da água, a purificam. Nesse percurso, uma parte é absorvida pelas plantas e outros seres possibilitando seu crescimento e multiplicação e, também, a manutenção de uma temperatura equilibrada pela transpiração e evaporação. Através delas, uma fração é devolvida à atmosfera, criando um meio úmido, que possibilita a continuidade das chuvas, dessas formas de vida e do fluxo de água limpa.

Ao precipitar-se em uma área urbana, não há o que resolva os problemas que trouxe ao lavar a atmosfera poluída. Ao contrário, a água cai sobre áreas sem vegetação e impermeáveis, onde há grande quantidade de poeira, lixo e outros poluentes depositados na superfície das construções, calhas e tubulações. Sem ter um pedaço de chão para se infiltrar, a água se acumula, ganha força e velocidade para arrastar quase tudo pelos pisos, ruas e canos para os córregos e baixadas, aonde irá se acumular, inundando e contaminando áreas povoadas, tanto no seu percurso quanto no destino.

Além dos veículos e indústrias causadores de poluição atmosférica, outras fontes despejam poluentes e lixo no solo e galerias que, por terem sido implantadas sem adequados dispositivos de acesso, permanecem desconhecidas ou distantes de qualquer forma de inspeção, limpeza ou manutenção. Portanto, o que ali se deposita e acumula, há muito tempo, alcança grande potencial de contaminação, agravado pelo recebimento da maior parte dos esgotos. Estes, quando não lançados na rede coletora apropriada são despejados nas tubulações de águas pluviais, diretamente pelas residências, instalações comerciais e industriais.

Quando lançados nas redes coletoras, grande parte dos esgotos é dirigida para as galerias de águas pluviais, córregos e rios. Os esgotos que alcançam as estações de tratamento vão depender do tipo, eficiência e cuidados operacionais adotados nos processos de remoção de poluentes. Em condições ideais, eles são submetidos a elevado grau de tratamento, que remove acima de 90% de sua carga poluidora; porém, mesmo 10% de grandes quantidades ainda significam muito para ser digerido pelos rios que as recebem.



Figura 1.2.4 – Córrego com despejo de lixo.
Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Guarulhos

Isto é muito grave no caso da Região Metropolitana de São Paulo que, pela impermeabilização de sua enorme superfície, não permite que o solo possa suprir de água, minimamente, os córregos e rios no período de estiagem. Assim, a contínua e elevada carga de esgotos neles lançada encontra situações ainda mais desfavoráveis para a sua diluição nesse período mais seco.

Os materiais lançados na água - quando não obstruem completamente as estruturas de drenagem - são arastados e dissolvidos rio abaixo, podendo também afetar o abastecimento da população⁴. Assim, as águas das chuvas que deveriam alimentar a cidade vão sendo contaminadas por ela, afetando a população de diferentes maneiras, principalmente quando alcançam os reservatórios de abastecimento e as áreas habitadas nas baixadas. Nessas últimas, as águas das chuvas têm um contato direto com a população, mercadorias, veículos e construções quando ocorrem as inundações e, por carregarem todo tipo de sujeira e contaminantes, agravam tremendamente os efeitos negativos das inundações sobre a saúde da população.

A leptospirose, hepatite e várias outras doenças que também podem ser fatais, como as diarreicas, exemplificam os resultados desse contato com as águas, tornadas sujas pelo acúmulo de poluentes de vários tipos. Dentre esses se encontram os produtos utilizados no dia-a-dia para atividades de limpeza doméstica, os que as indústrias estocam, utilizam e descartam, dentro e fora de suas instalações, até aqueles utilizados, vendidos ou manipulados em toda a cidade, como os lubrificantes, combustíveis e diversos tipos de materiais de construção. Fazem parte dessa relação, os resíduos lançados no solo, ou liberados pelos veículos no ar, ou na superfície das ruas, os resíduos e esgotos de hospitais, serviços de saúde e cemitérios, entre outros.

Trata-se, como se vê, de assegurar a qualidade desses espaços e a sua limpeza em diferentes níveis, para que as águas precipitadas resultem saudáveis ou, no mínimo, tenham seu potencial de contaminação reduzido para níveis menos perigosos. Portanto, o controle de inundações necessita superar a prática tradicional, centrada na tentativa de afastar rapidamente as águas da chuva de uma determinada localidade. Na região metropolitana, além de não mais existirem localidades isoladas, há usos cada vez mais importantes situados rio abaixo. Dessa forma, deve-se respeitar a necessidade de espaços para acomodar a água das chuvas, sem transferir as enchentes e adotar medidas efetivas para criar espaços saudáveis, limpos e adequados em todo o seu percurso.

1.3 CONSEQUÊNCIAS E PERSPECTIVAS DE AGRAVAMENTO

1.3.1 Os efeitos sociais

As situações apresentadas no item anterior mostram que a drenagem urbana precisa ser tratada, inicialmente, a partir do conceito básico e elementar de que as águas necessitam de seus espaços e que os mesmos estão definidos e reservados na natureza. Qualquer supressão ou redução destes espaços obriga as águas a procurar áreas alternativas, rompendo as condições de escoamento equilibrado e provocando enchentes. Isto é o que ocorre com a urbanização sem critérios, que tende a avançar sobre os espaços das águas, ocupando-os ou transformando-os para os seus usos, provocando desequilíbrios.

Foi visto anteriormente, também, que as obras mais tradicionais, como as canalizações, e aquelas mais recentes, como os piscinões, têm custos e impactos que são assumidos pelo poder público e, em última análise, pela população. Há que se considerar, porém, que os maiores responsáveis por esses impactos são os proprietários dos imóveis, agentes econômicos e seus representantes no poder público que, com base em sua anuência, explícita ou não, promoveram uma série de transformações nas características naturais das bacias, com o objetivo de aumentar áreas edificáveis e suas conseqüentes vantagens econômicas sobre esse território.

Além deste aspecto socialmente injusto, é preciso analisar que esta lógica equivocada de permitir a ocupação e a utilização do espaço das águas (ocupação de várzeas, impermeabilização e desenvolvimento dos processos erosivos) não constitui a melhor estratégia para o desenvolvimento urbano sustentável. Isto porque exige obras vultuosas, para enfrentar os efeitos decorrentes.

Mesmo que a redução dos impactos passe a ser assumida financeiramente pelos responsáveis (proprietários de imóveis), as dificuldades na execução das ações de recuperação e a impossibilidade prática de se obter condições equivalentes às originais, transfere outros custos para o conjunto da população. Em termos práticos, o custo final de reparação ou recuperação dos bens naturais é sempre muito superior ao de sua preservação, mesmo que ele tenha sido desprezado em metodologias de cálculo destinadas a privilegiar determinados segmentos sociais.

Esse procedimento é mais um dos que eternizam a participação do poder público na exclusão social urbana.

1.3.2 Expansão urbana e mudanças climáticas

As mudanças climáticas previstas pelos cientistas para o Sudeste do Brasil incluem o agravamento dos episódios de cheias e de escassez de água, que já vêm se manifestando.

A retirada de vegetação de extensas áreas promove uma grande redução no teor de umidade em torno da superfície do solo, dando início a um processo de aquecimento que se agrava com a concentração de edificações, a queima de combustíveis, o elevado uso de energia, as amplas superfícies refletidoras de luz e calor, entre outros efeitos da expansão e adensamento das cidades.

Isto provoca o fenômeno conhecido por 'ilha de calor', que consiste num padrão de circulação de ar interno às grandes cidades, que dificulta a dispersão dos poluentes e do calor, concentrando-os sobre o território construído⁵. Essa circulação de ar quente e sujo atrai as chuvas mais fortes sobre a cidade, diminuindo aquelas que cairiam sobre as áreas florestadas próximas. Assim, agravam-se as inundações nas áreas urbanas e se reduz a água dos mananciais, piorando as condições de abastecimento da cidade.

A esse fenômeno, que vem se agravando, se junta outro mais amplo, que é o do aquecimento global. Ele tem sido divulgado pela imprensa a partir da intensificação de determinados fenômenos que chamam mais a atenção, como as inundações, os furacões, as secas e as ondas de calor em todo o mundo. Os cientistas que têm estudado o aquecimento concluíram⁶ que as atividades humanas têm forte contribuição nessa mudança climática, cujos efeitos tendem a piorar sobre as águas, ecossistemas e a população.

Dentre esses efeitos, destaca-se que o aquecimento acelera a evaporação, a circulação das massas de ar e das nuvens e, conseqüentemente, a histórica distribuição das chuvas, entre outros efeitos sobre a terra e os oceanos. Com isso, várias regiões do planeta já vêm sofrendo sérias mudanças em sua vegetação e na proporção de água que recebem, fundamentalmente. Portanto, os resultados atuais e as avaliações científicas apontam para tendências gerais de agravamento dos eventos climáticos extremos, como os das inundações e de escassez de água, podendo-se imaginar o que isso poderá provocar nas situações críticas, historicamente enfrentadas na Região Metropolitana de São Paulo.

É previsível, portanto, que as mudanças climáticas aumentem o aquecimento urbano ampliando a freqüência, intensidade e conseqüências, seja das situações de escassez de água, como das inundações⁷, piorando a situação atual resultante das políticas metropolitanas e municipais, em curso, particularmente no que se refere à expansão urbana, ocupação de vazios, impermeabilização do solo e eliminação das várzeas. Esse agravamento repercutirá no aumento do número e da amplitude das áreas atingidas pelas inundações e, conseqüentemente, da população afetada. Nesse sentido, deverá se prever a ampliação das áreas destinadas a acumular essas águas, para evitar o agravamento das conseqüências dessas enchentes, entre as quais o maior número de vítimas.



Figura 1.3.2 – Avanço da ocupação urbana na Serra da Cantareira próximo ao reservatório Tanque Grande.
Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos

2 PRINCIPAIS DESAFIOS DE GUARULHOS

Neste capítulo serão identificadas as condições do Município em relação às águas, em particular, no que diz respeito às cheias e inundações, considerando suas características naturais e as interferências, agravantes e efeitos que podem determinar ou piorar sua situação, merecendo, portanto, a proposição de diretrizes para a sua resolução.

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Guarulhos tem precipitação média anual de cerca de 1400 mm e sua evaporação potencial média situa-se ao redor de 850 mm, com uma temperatura média anual de, aproximadamente, 18° C. Está localizado na porção Nordeste da Região Metropolitana de São Paulo, onde ocupa uma área de 341 km², abrigando uma população superior a 1,2 milhões de habitantes, o que o torna o segundo município mais populoso do Estado de São Paulo, com taxas de crescimento demográfico superiores às médias, tanto da Grande São Paulo, como do Estado.

No Mapa de Localização pode ser identificada a Bacia do Alto Tietê, onde Guarulhos limita-se, ao Norte e Noroeste, com os municípios de Mairiporã e Nazaré Paulista, a Oeste e ao Sul com a capital (cujos limites são, respectivamente, o Rio Cabuçú de Cima e o Parque Ecológico do Tietê), e a Nordeste, com Santa Izabel e Arujá.

O seu território ocupa duas bacias hidrográficas: a do Alto Tietê e do Rio Paraíba do Sul, que deságua no mar, no vizinho Estado do Rio de Janeiro. A maior parte do seu território e, praticamente, todas as atividades econômicas se desenvolvem na Bacia do Alto Tietê. Com a finalidade de gerenciamento dos recursos hídricos o Município é integrante do Sub-Comitê Tietê-Cabeceiras, que abrange o território iniciado desde a nascente desse rio, no Município de Salesópolis, até a barragem da Penha, em Guarulhos.

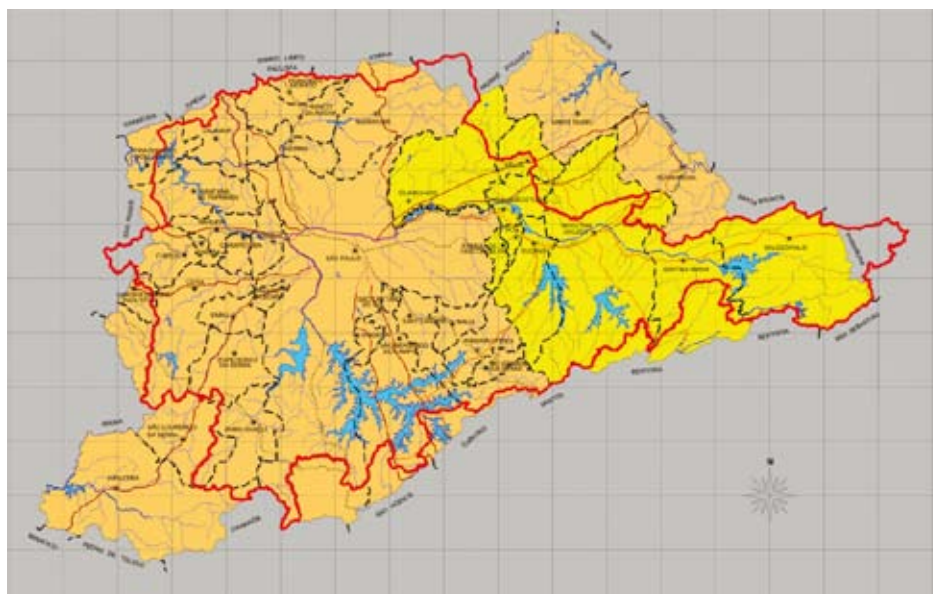


Figura 2.1 – Guarulhos na Sub Bacia Tietê-Cabeceiras.
Fonte: Atlas Temático da Sub Região Alto Tietê Cabeceiras, EMPLASA, 2002.

2.2 SITUAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA


Do ponto de vista econômico, nas últimas duas décadas, a cidade vem sofrendo uma transição econômica, passando de um predomínio marcante de atividade industrial, bastante diversificada, para um aumento crescente do setor de serviços, impulsionado pela instalação do Aeroporto Internacional, em 1985. Este, apresenta um movimento superior a 10 milhões de passageiros/ano (2004), constituindo, também, o maior ponto de embarque e desembarque aéreo de mercadorias do país, o que vem aumentando o seu peso relativo na economia do Município, sendo responsável pela alta demanda de serviços por parte da indústria, sobretudo no que se refere ao transporte e armazenagem de carga.

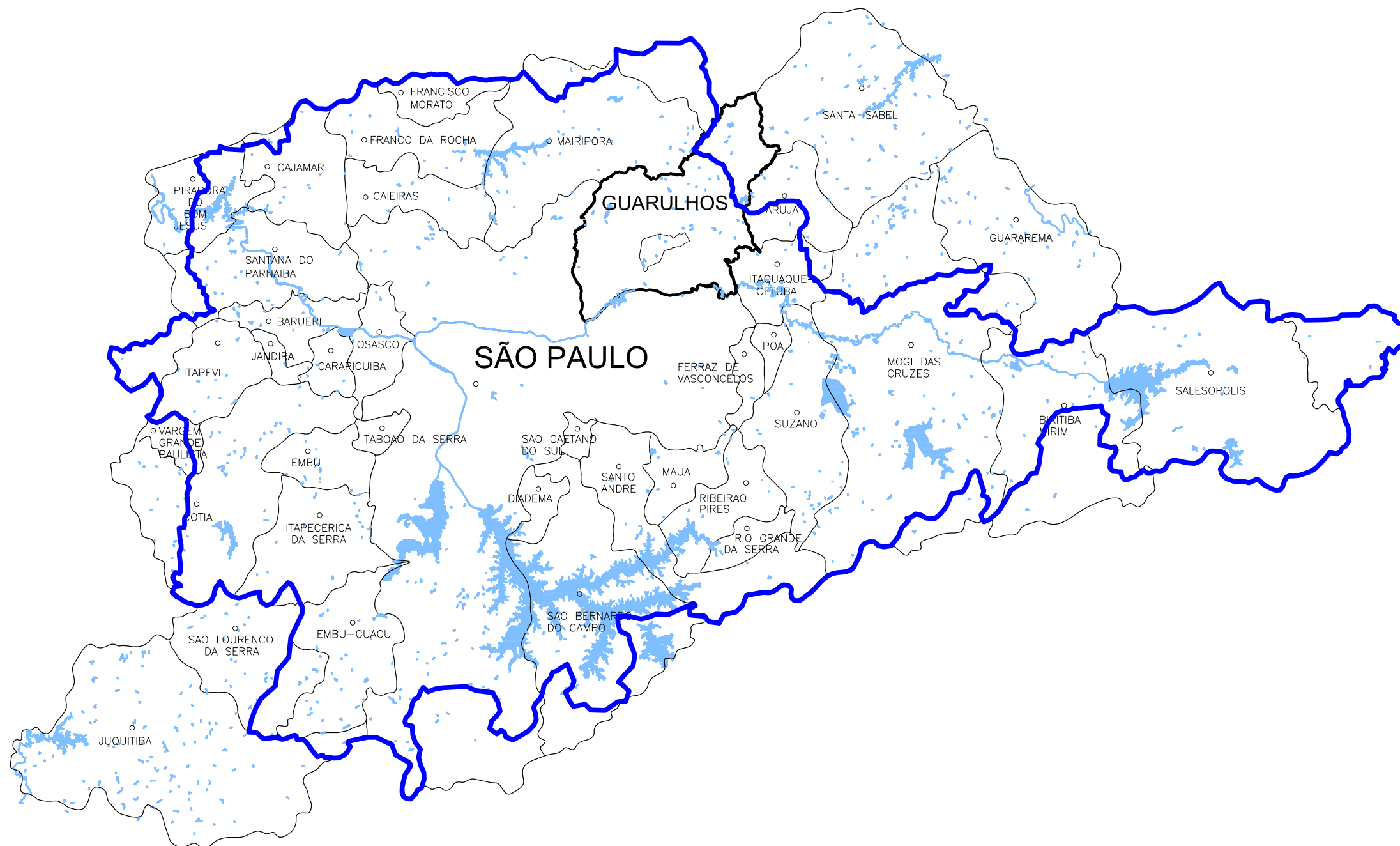
Guarulhos ocupa a 9ª posição na classificação dos municípios brasileiros com maior PIB (Produto Interno Bruto), segundo levantamento feito pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 2004, com o montante de R\$ 18.2 bilhões, estando na frente de municípios como São José dos Campos, Campinas e São Bernardo do Campo. Em relação ao Estado de São Paulo, ocupa o 3º lugar como maior município na geração de Valor

GUARULHOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Mapa: 2.1.: GUARULHOS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO

LEGENDA

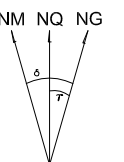
 Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:



Escala:
1: 100.000

Escala:
SEM ESCALA

Fonte: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e
Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, EMPLASA/2005

Adicionado (V.A.), depois dos municípios de São Paulo e Paulínia, com um valor de R\$ 18.380.077.738,00, segundo dados do SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) relativos ao ano de 2005.

O perfil econômico do Município é basicamente centrado nas atividades industriais – é o segundo maior parque industrial do Estado de S.Paulo - setor que responde em média por 63% do total do valor adicionado gerado pelo conjunto das atividades econômicas da cidade, considerado o período de 2000/2005, superior, portanto, às atividades de comércio, que têm uma participação média em torno de 20,0%, e às de serviços, com 18%.

Em termos de geração de emprego há uma evolução positiva em Guarulhos, verificando-se um crescimento recente de 18,8%, passando de 200.200 postos registrados no mercado formal de trabalho no ano 2000, para 237.914 em 2005. Desses, 91.847 estão no setor de indústria de transformação, 75.730 no de serviços e 43.413 no comércio.

Para as atividades econômicas mais importantes do Município, especialmente a industrial e de serviços, as rodovias existentes (Presidente Dutra, Ayrton Senna e Fernão Dias) desempenham um papel fundamental ao facilitar a ligação de Guarulhos com os centros urbanos da Grande São Paulo e regiões economicamente importantes do Estado de São Paulo e do país, consolidando a preponderância dos empreendimentos industriais e favorecendo, cada vez mais, a expansão das atividades de transporte, logística, turismo de negócios e de serviços.

As vantagens advindas da localização de Guarulhos fazem com que, atualmente, o município seja um dos que mais atraem investimentos em todo o país. Contribuem para esta tendência a existência de vários projetos e investimentos em infra-estrutura, projetando maior expansão econômica e, conseqüentemente, um crescimento da população e da área urbanizada, cujos índices deverão situar-se acima dos valores, já elevados, da Grande São Paulo. Estudos realizados para o Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água do Município (SAAE) indicam uma evolução da população total de 1,2 milhões de habitantes em 2005, para 1,6 milhões em 2025, ou seja, um aumento de 400 milhões, ou 30% em 20 anos.

Entre esses projetos destacam-se a expansão do Aeroporto (implantação da terceira pista), a conclusão da rodovia Jacu-Pêssego (ligando o Aeroporto ao Porto de Santos) e o trem-expresso (ligando São Paulo a Guarulhos). Não deixa de contribuir, também, a existência de grandes vazios urbanos, que sevem como atrativo para a implantação de novos e grandes empreendimentos.

No entanto, como bem demonstra o Índice Paulista de Responsabilidade Social da Fundação SEADE, Guarulhos se classifica como um Município de “grande dinamismo econômico e baixo desenvolvimento social”, resultado que reflete uma história de crescimento altamente concentrado e de uma explosão demográfica de excluídos, que buscam no município oportunidades de trabalho e de uma vida melhor e que encontraram, em sua maior parte, miséria, discriminação e carência de infra-estruturas sociais. Essa situação pode ser visualizada no número de favelas existentes em seu território (ver Mapa de Favelas 2.5.3.d.). A atual administração tem procurado reverter este quadro, trabalhando com projetos de inclusão social e redução das desigualdades regionais.

Esse dinamismo econômico do Município pode ser muito prejudicado pelo fato da ampliação de suas atividades estar ocorrendo sobre várzeas e outras áreas vulneráveis à inundação. Tratando-se dos recursos hídricos, de forma geral, outras dificuldades já se mostram importantes, como é o caso do suprimento de água, que já sacrifica a população e diversas atividades econômicas. Nesse sentido, não se podem ignorar as tendências futuras de agravamento da situação, que requerem esforços adicionais no seu enfrentamento.

2.3 OS ESPAÇOS DAS ÁGUAS NO MUNICÍPIO

I. Rochas e solos

Os aspectos geológicos, ou seja, os tipos de rochas e os materiais de cobertura (solos) influem na determinação dos espaços das águas, uma vez que constituem o suporte para o seu escoamento e acumulação, nas condições naturais, portanto, nas porções da cidade não impermeabilizadas ou alteradas pela urbanização. Desse modo, contribuem para a infiltração e armazenamento das águas no subsolo (águas subterrâneas), na formação do relevo, ou da geomorfologia do terreno, assim como na sua maior ou menor vulnerabilidade à erosão.

Essas características são encontradas nas principais unidades geológicas do Município (EMPLASA, 1984), divididas em dois grandes grupos ver Mapa de Geologia (Tipos de Rochas) 2.3.a.:

1. Rochas cristalinas antigas e duras que formam o embasamento da região. Entre elas destacam-se, principalmente, gnaisses, granitos, quartzitos e filitos. Todo este conjunto tem grandes falhas e fraturas. Nele, os gnaisses e granitos formam camadas superficiais (manto de cobertura ou solos de alteração) em padrões de relevo mais acidentados. Ao longo das falhas e fraturas, as rochas tendem a apresentar uma maior capacidade de armazenamento de água subterrânea e solos mais espessos.

2. Um “pacote” de sedimentos recentes (aluviões, idade Quaternária) e de rochas sedimentares (idade Terciária), muito mais novas que as cristalinas, pertencentes à Bacia Sedimentar de São Paulo, sobrepostas às rochas antigas (granitos, gnaisses etc.).
 - Os Sedimentos Quaternários são constituídos predominantemente por areias, argilas e materiais orgânicos, encontrados no leito maior dos rios e nos terraços das planícies fluviais. Depósitos aluvionares de grande porte são particularmente encontrados em Guarulhos ao longo do rio Tietê (desde o Canal de Circunvalação até o Bairro Itaim), acompanhando a Rodovia Ayrton Senna e em toda a extensão do Rio Baquirivu Guaçu, incluindo os seus afluentes, especialmente da margem direita.
 - As rochas sedimentares Terciárias (Bacia Sedimentar de São Paulo) são materiais granulados, sobrepostos às rochas cristalinas do embasamento. São encontradas, preferencialmente, entre as citadas falhas e a rodovia Ayrton Senna.

A secção geológica, figura 2.3.a., ilustra em corte, os principais elementos geológicos do Município.

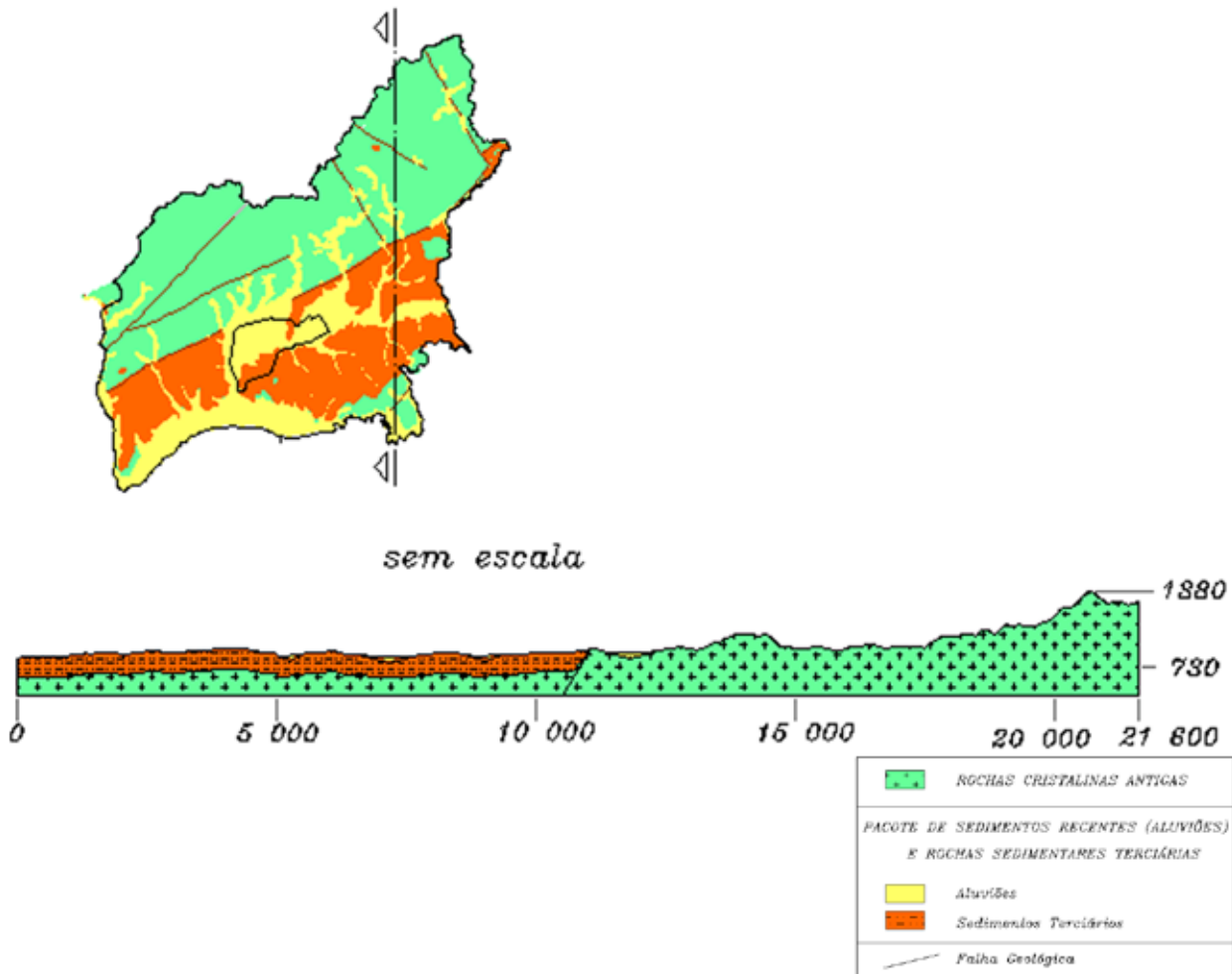


Figura 2.3.a – Secção geológica do município.
Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos

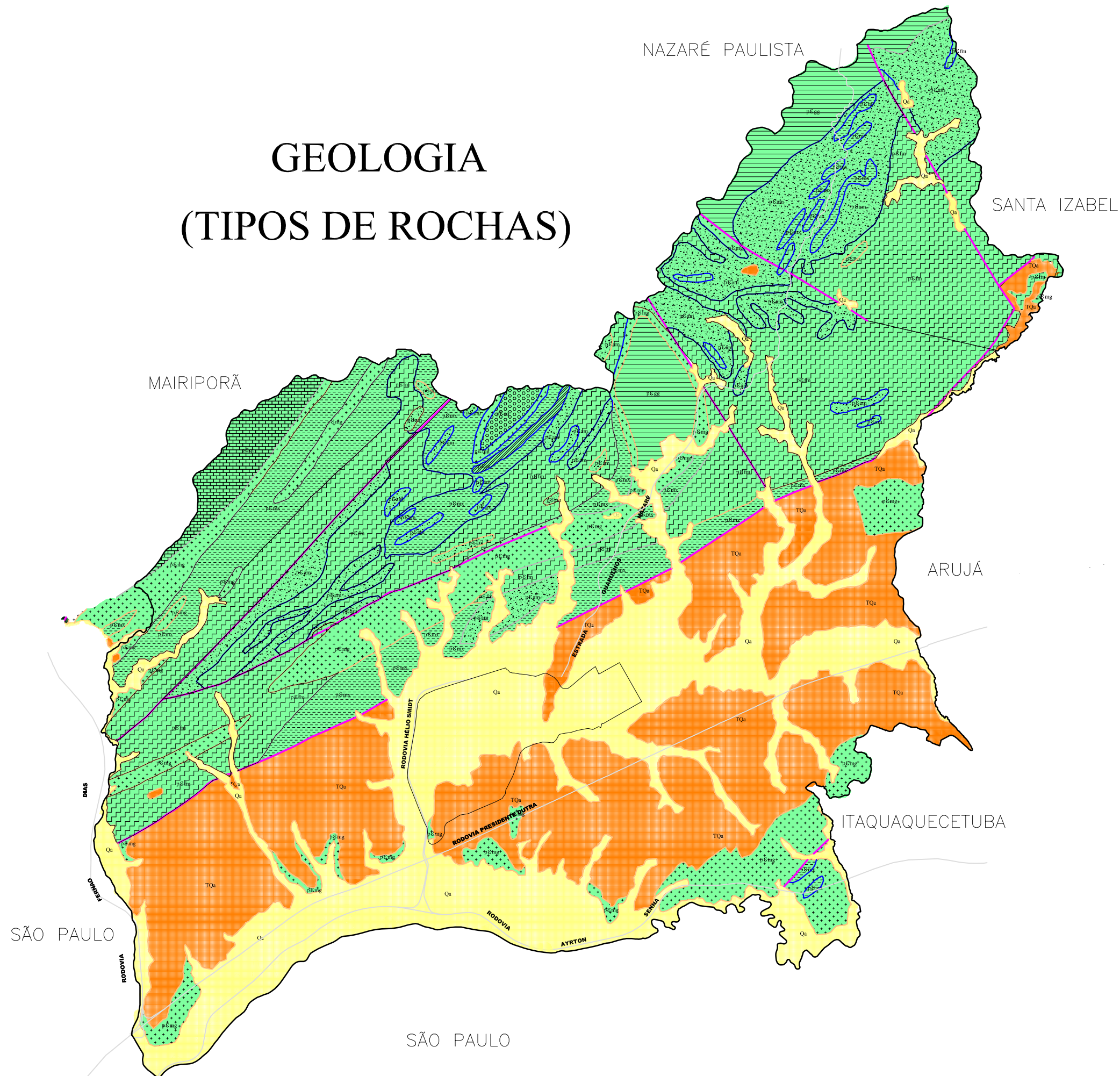
II. Relevo

O relevo, ou a geomorfologia pode ser caracterizada, fundamentalmente, pela amplitude topográfica (diferença de altitude entre os pontos mais altos e baixos) e pela declividade das encostas (maior ou menor inclinação de sua superfície). As características do relevo determinam a velocidade de escoamento das águas superficiais, assim como influem na sua quantidade retida superficialmente e infiltrada no subsolo.










Relevos com declividade mais acentuada são os que têm maiores espaços superficiais para o escoamento das águas, assim como influem na sua velocidade e, conseqüentemente, na energia potencial responsável pelo desenvolvimento dos processos erosivos. O formato desse relevo também influi nas quantidades de água retida e infiltrada no subsolo. A Tabela 2.3. contém a classificação das principais formas de relevo encontradas em Guarulhos, representadas no Mapa de Relevo 2.3.b.

Mapa: 2.3.a.: GEOLOGIA
(TIPOS DE ROCHAS)



GEOLOGIA (TIPOS DE ROCHAS)







LEGENDA

-  ROCHAS CRISTALINAS ANTIGAS
-  Granitos e granodioritos normais ou em parte gnáissicos, equigranulares ou porfíroides.
-  Dioritos a quartzos dioritos normais ou gnáissicos.
-  Migmatitos e gnaisses graníticos, podem achar-se cisalhados até gnaisses miloníticos em zonas de movimentação tectônica intensificada.
-  Quartzitos
-  Filitos e/ou metassiltitos, inclui também filonitos em zonas de movimentação tectônica intensificada. Inclui depósitos elúvio-colúviais correlatos.
-  Micaxistos e/ou metarenito de médio grau metamórfico, inclui também xistos miloníticos em zonas de movimentação tectônica.
-  Epidoto-anfibolitos bandados e xistos verdes (metamargos e/ou metafiltos).
-  Anfibolitos metabasitos (metadiabásio, metagabro).

PACOTE DE SEDIMENTOS RECENTES E ROCHAS SEDIMENTARES TERCIÁRIAS

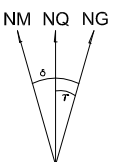
-  Qa Aluviões fluviais: argila, areia e cascalho.
-  TQa Argilas, areias e cascalhos da Formação São Paulo e da Formação Caçapava (Grupo Taubaté). Inclui depósitos elúvio-colúviais correlatos.

-  Contato definido
-  Contato aproximado
-  Contato suposto
-  Falha indiscriminada

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:



Escala:
1: 100.000



Fonte: ANDRADE, 2001. Laboratório de Cartografia – FFLCH/USP
Base: EMPLASA – Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo Escala 1:50 000, 1979.
Adaptado pela Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos

Mapa: 2.3.b.: RELEVO

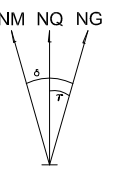
LEGENDA

-  Serras
-  Morros Altos
-  Morros Baixos
-  Morrotes
-  Colinas
-  Planícies

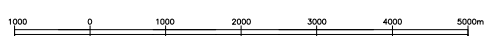
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

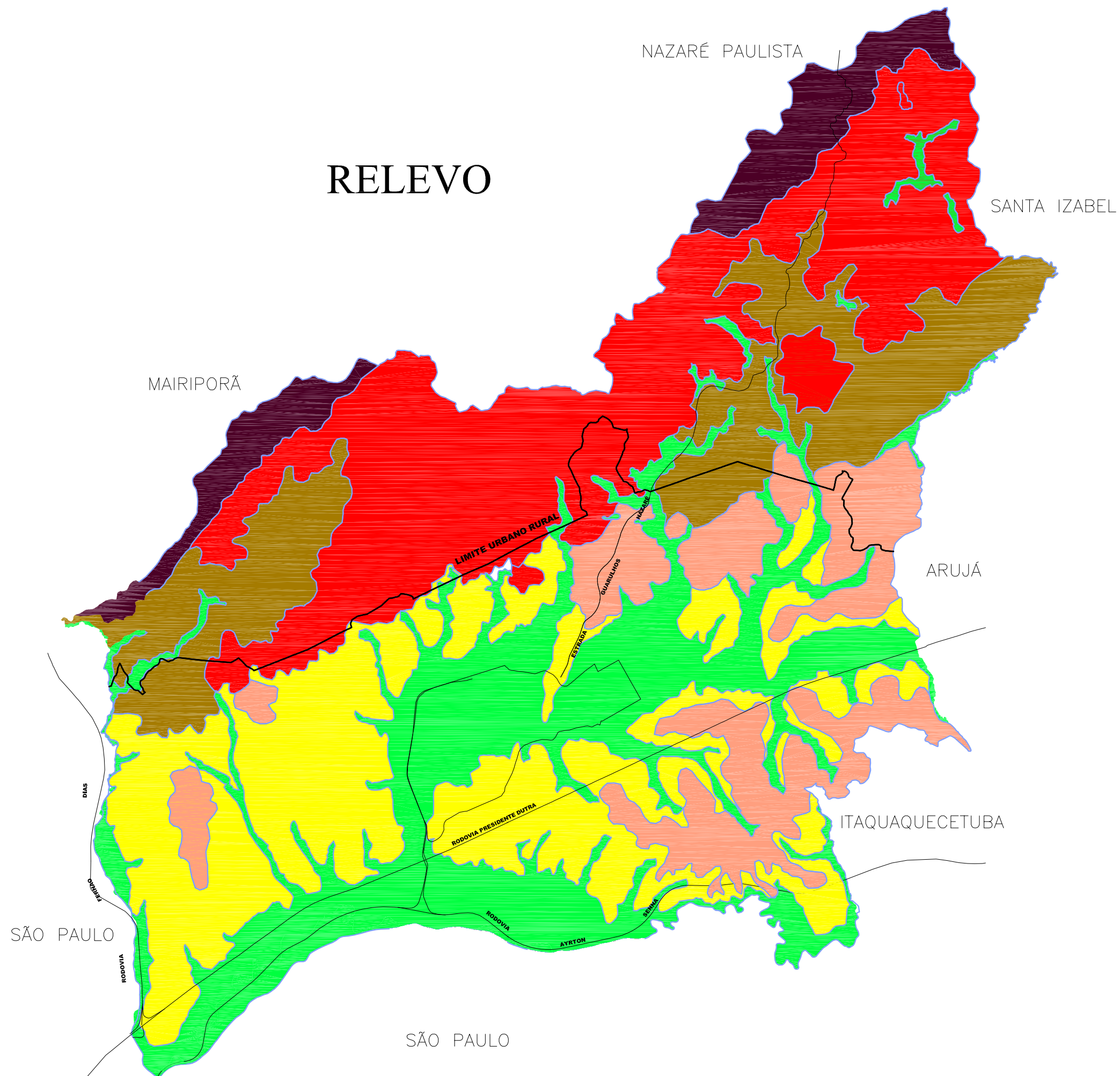
Norte:



Escala:
1: 100.000

Escala Gráfica: 

Fonte: ANDRADE, 2001 – Laboratório de Cartografia – FFLCH/USP
Base: EMPLASA – Levantamento Aerofotogramétrico,
escala 1:10 000, 1981.



Unidade de relevo	Declividade predominante das encostas	Amplitudes topográficas
Planície aluvial	Declividades inferiores a 5%	Terrenos planos e baixos, com amplitudes inferiores a 10m.
Colinas	Predominam declividades até 30%	Até 40 metros
Morrotes	Predominam declividades até 30%	Até 40 metros
Morros Baixos	Predominam declividades até 45%	Amplitudes de 100m
Morros Altos	Predominam declividades acima de 45%	Predominam amplitudes até 150m
Serras	Predominam declividades superiores a 45%	Predominam amplitudes superiores a 300m

Tabela 2.3. – Classificação morfológica do relevo de Guarulhos.
Fonte: ANDRADE, M.R.M. de (2001)

O Mapa de Relevo 2.3.b. mostra um predomínio de colinas e morrotes e extensas planícies aluviais, especialmente na área definida como urbana pelo Plano Diretor da Cidade, onde esse relevo se apresenta mais aplainado na área central e Sul do Município, coincidindo, aproximadamente com as rochas sedimentares da Bacia Sedimentar de São Paulo. Esse padrão torna-se mais acentuado à medida que se dirige para o Norte, onde estão as rochas cristalinas, até chegar às Serras de Itaberaba e do Bananal, na divisa do Município. Nestas regiões estão localizadas as nascentes dos afluentes da margem direita dos rios Baquirivu Guaçu e Cabuçu de Cima.

III. Escoamento Superficial

O escoamento superficial ou deflúvio constitui a parcela da água que percorre a superfície do terreno pela ação da gravidade, dirigindo-se para áreas mais baixas. Ele se manifesta quando a quantidade da água das chuvas é maior que a capacidade de infiltração no solo⁸. Assim, a infiltração das águas no solo e o escoamento superficial, são fatores relacionados e muito importantes na distribuição da quantidade das águas pluviais. Nas condições naturais a sua variação é muito grande, dependendo dos tipos de solos e rochas que lhes dão origem.

Os sedimentos mais antigos (Terciários) e, principalmente, os mais recentes (Quaternários) encontrados próximo aos corpos d'água tendem a apresentar maior permeabilidade, diminuindo a quantidade de água que escoam superficialmente, quanto mais espessos e arenosos eles forem.

Esta relação entre a permeabilidade e escoamento é muito variada nos solos que se formaram das rochas do cristalino. Desses solos, os originados dos xistos e filitos (mais argilosos e siltosos) possuem potencial de escoamento variando de moderadamente alto a muito alto e menor permeabilidade; enquanto que os formados a partir dos granitos e gnaisses apresentam escoamento situado entre moderadamente baixo e moderadamente alto, além de maior capacidade de infiltração. Essas condições naturais são profundamente alteradas pelas atividades humanas, sendo mais intensas com a urbanização.

Nas regiões rurais e no entorno das áreas urbanas (periurbanas), em terrenos com plantações de cereais e legumes, por exemplo, os coeficientes de escoamento oscilam entre 10 e 30%. Já em florestas em terrenos com declividades variadas, os coeficientes variam entre 5 a 50% (Vilella e Matos, 1975, citado por Uehara e Nogueira, 1998).

Nas zonas urbanizadas o revestimento da superfície natural pela pavimentação de ruas, calçadas, pátios de moradias e edificações os impactos são muito maiores, resultando em coeficientes de escoamento que variam entre 90 e 95%.

IV. Planície fluvial

Planície fluvial ou aluvial são os terrenos mais ou menos planos e baixos, às vezes extensos, onde se depositam os materiais trazidos pelos rios.

Nessa planície são encontrados terrenos secos, às vezes em forma de terraços, figura 2.3.b. (GUERRA, 1989) e as porções ocupadas pelas águas, tanto em períodos de cheias, como de secas, formando os canais ou leito dos rios e as várzeas.

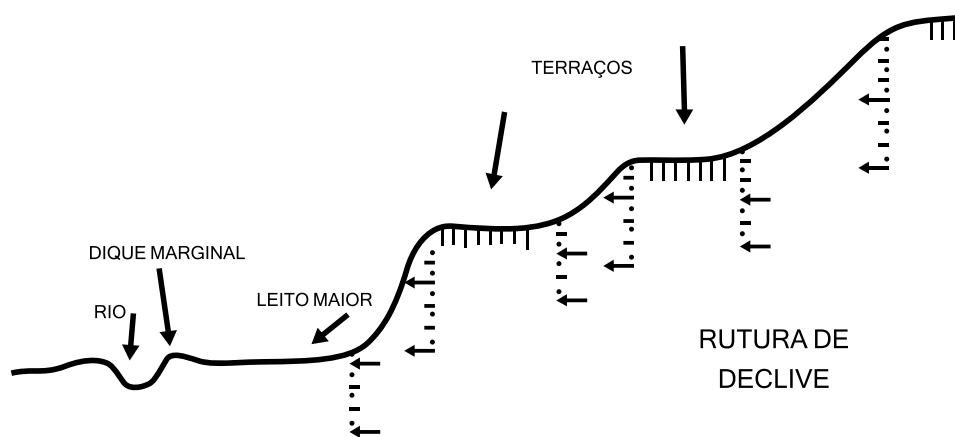


Figura 2.3.b – Terraços fluviais.
Fonte: GUERRA, 1989

Os terraços, nas condições naturais, são terrenos enxutos, podendo estar sujeitos a inundações nas áreas urbanizadas.

Os canais ou leitos dos rios podem ser constituídos de forma simplificada por 4 partes (GUERRA e CUNHA, 1993), como pode ser visto na figura 2.3.c.:

1. Leito menor – canal por onde correm permanentemente as águas dos rios, podendo ser observado durante o período de menor escoamento;
2. Leito de estiagem (vazante)- ocupa pequena parte do leito menor, sendo identificado durante as vazões extremamente baixas nos períodos de estiagem;
3. Leito maior sazonal - utilizado para extravasamento das cheias anuais;
4. Leito maior excepcional - ocupado pelas cheias maiores, com intervalos irregulares e tempos mais espaçados.

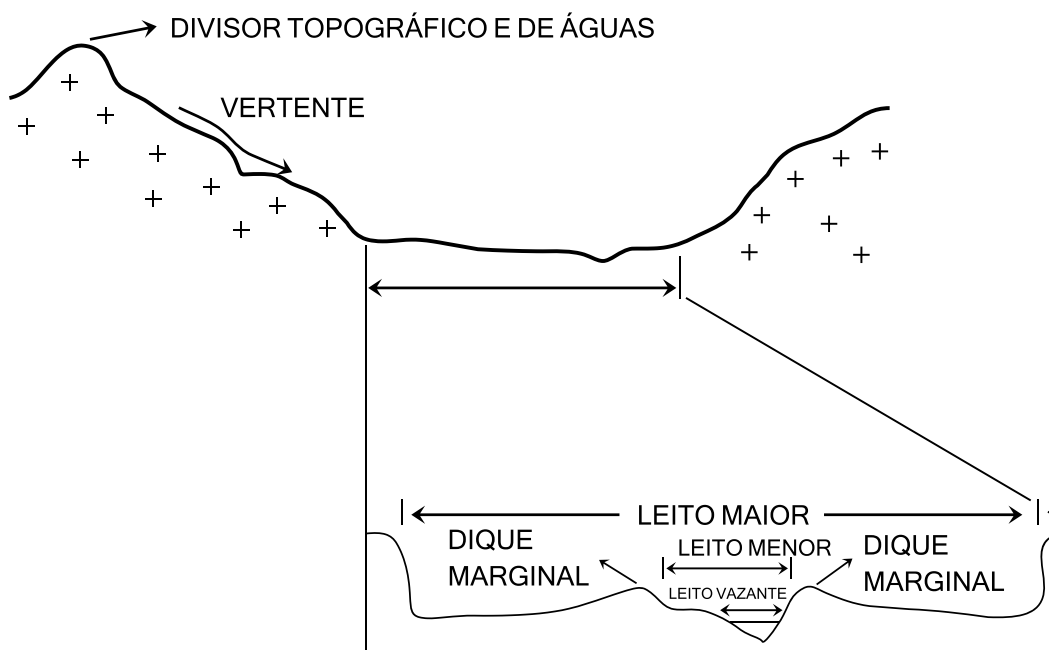


Figura 2.3.c – Seção de canal ou leito de um rio.
Fonte: GUERRA e CUNHA, 1994.

As várzeas constituem os principais terrenos baixos que recebem as águas de extravasamentos dos rios durante as cheias, cumprindo a função de amortecimento, sendo encontradas no leito maior.

Em Guarulhos, as planícies aluviais dos principais rios - Baquirivu Guaçu, Cabuçu, Tietê e Canal de Circunvalação - possuem uma enorme extensão, assim como as várzeas desempenham importante papel no amortecimento de cheias. Essas áreas, no entanto, encontram-se em grande parte alteradas por aterros, sistema viário e edificações, além de estarem submetidas a uma enorme pressão para a ocupação.

V. Modelagem do relevo

No Mapa 2.3.c Imagem Satélite em três dimensões, podem ser identificadas as suas características morfológicas na determinação do escoamento e na concentração das águas superficiais:

- As áreas mais acidentadas e com maior cobertura vegetal - que ocupam uma contínua faixa na porção Norte do Município - alimentam os cursos d'água que percorrem os terrenos com relevos mais suavizados, contendo extensas planícies de inundação, onde se encontram as áreas mais urbanizadas;
- A energia de escoamento das águas determina velocidades crescentes a partir das nascentes localizadas na faixa Norte do Município, em direção às áreas urbanizadas que recebem os impactos das maiores vazões dos corpos d'água. Dessa forma, estão sujeitos aos efeitos de transbordamentos;
- Constata-se, portanto, que uma eventual expansão urbana nestas áreas acidentadas cobertas com florestas remanescentes e elevada incidência de nascentes repercutirá no aumento das vazões superficiais, contribuindo para o agravamento das enchentes;
- As águas acumuladas e as áreas de enchentes atingem parcelas significativas de famílias que vivem em moradias precárias localizadas próximo aos cursos d'água, sofrendo também as conseqüências das águas contaminadas por esgotos e por contaminações variadas;
- A expansão urbana foi acompanhada da eliminação dos espaços naturais das águas, provocando enchentes, na razão direta de sua dimensão em cada bacia hidrográfica, sem que houvesse a sua progressiva reposição desses espaços pela infra-estrutura instalada.

VI. Associação entre os tipos de rochas e solos e o relevo

Os mapas contendo os tipos de rochas e o de relevo mostram uma nítida associação entre si. No relevo de colinas e planícies aluviais, encontrado na porção Centro-Sul do Município, são encontrados predominantemente sedimentos Terciários da Bacia de São Paulo, sedimentos recentes (Quaternários) e pequenas porções isoladas de rochas cristalinas.

O relevo de Morros Baixo e Alto, e de Serras encontra-se sempre associado ao substrato de origem cristalina, presente na região Norte do Município.

Estas características físicas influem decisivamente no escoamento superficial, infiltração, capacidade de armazenamento das águas subterrâneas (tipos de aquíferos), maior ou menor intensidade nos processos erosivos, vulnerabilidade do solo a contaminações e aptidão física ao assentamento urbano, como poderá ser visto nos capítulos que se seguem.

VII. Diferenças de Altitude no Município

As diferenças de altitude ou Hipsometria do Município estão representadas no Mapa Diferenças de Altitudes 2.3.d., que contém a distribuição altimétrica do relevo do município, representada nos seguintes níveis:

- a) acima da altitude de 800m são encontradas formas de relevo mais acidentadas, compostas por Seras, Morros Altos e Morros Baixos;
- b) a faixa situada entre 800 e 760 m é ocupada por Colinas e Morrotes, de constituição cristalina;
- c) os terrenos mais baixos do Município estão localizados abaixo da cota 760, onde são encontrados Terraços, Várzeas, Bacias de Inundação, Áreas Brejosas, Pantanosas e Alagadiças.

VIII. Diferenças de Inclinações dos Terrenos (Declividades)

A distribuição das declividades no Município serve para reforçar o papel que as características morfológicas exercem no escoamento e distribuição das águas superficiais, conforme já foi mostrado em outros mapas. O que diferencia este mapa dos demais é a nítida presença de uma linha demarcatória, que corta todo o território na direção aproximada Sul-Sudoeste e Norte-Nordeste, constituindo um verdadeiro 'paredão', muito próximo e quase paralelo ao limite entre as áreas urbana e rural do Município (Mapa 2.3.e.)

O Mapa também mostra como os relevos mais acidentados localizados no Norte do Município possuem declividades bastante elevadas, constituindo num fator potencial para a formação de áreas de risco para escorregamentos, na eventualidade de sua ocupação. Essa declividade acentuada facilita os processos de escorregamento e erosão e aumenta a transferência das águas e sedimentos para as áreas planas e com menores declividades, já bastante ocupadas.

2.3.1 Bacias hidrográficas

Estão presentes no território de Guarulhos as seguintes bacias hidrográficas: Jaguari, Cabuçu de Cima, Canal de Circunvalação, Baquirivu Guaçu, além de um conjunto de outras menores que deságuam diretamente no Rio Tietê (considerado neste trabalho como a 5ª bacia), conforme mostra o Mapa de Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas e Inundações 2.3.1.9. Destas, a primeira (Jaguari), faz parte da Bacia Interestadual do Rio Paraíba do Sul e as demais pertencem à Bacia do Alto Tietê. Entre as bacias do Alto Tietê, duas estão localizadas totalmente no Município (Canal de Circunvalação e dos pequenos contribuintes do Tietê), e as demais (Cabuçu de Cima e Baquirivu Guaçu) têm seu território compartilhado com outros municípios.

Esta divisão define as atribuições e responsabilidades que o Município tem na gestão dos recursos hídricos.

Na Bacia do Jaguari cabe a Guarulhos a proteção ambiental, bem como impedir uma ocupação indesejável, especialmente por se tratar de uma área de mananciais. Assim sendo, o Município pode exigir benefícios, como o aproveitamento de parte de suas águas, a serem estabelecidos através de negociações no Comitê de Bacia do Paraíba do Sul.

A maior parte do Guarulhos integra a Bacia do Alto Tietê juntamente com 34 outros municípios. Nessa bacia, Guarulhos se insere no território sob jurisdição do Sub Comitê Tietê-Cabeceiras, juntamente com Arujá, Itaquaquetuba, Ferraz de Vasconcelos, Poá, Suzano, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim e Salesópolis, como mostra a Figura 2.3.1. Nessa região, que requer uma gestão integrada, Guarulhos precisa demonstrar o que faz para gerir os recursos hídricos de forma adequada e eficiente, permitindo-lhe cobrar dos demais municípios a promoção de atividades com este objetivo.

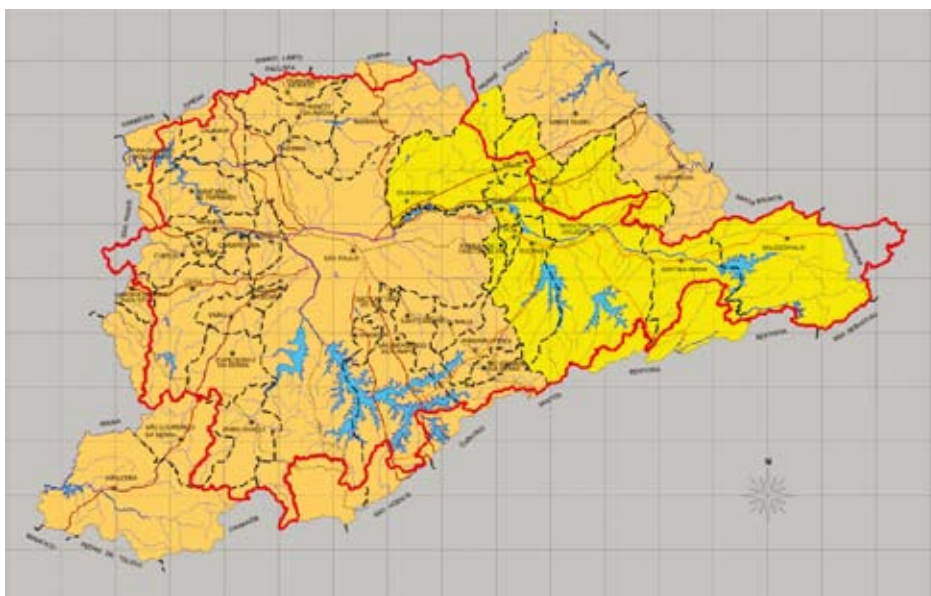


Figura 2.3.1 – Bacia do Alto Tietê e a Sub Comitê Cabeceiras na RMSP.
Fonte: Atlas Temático da Sub Região Alto Tietê Cabeceiras, EMPLASA, 2002.

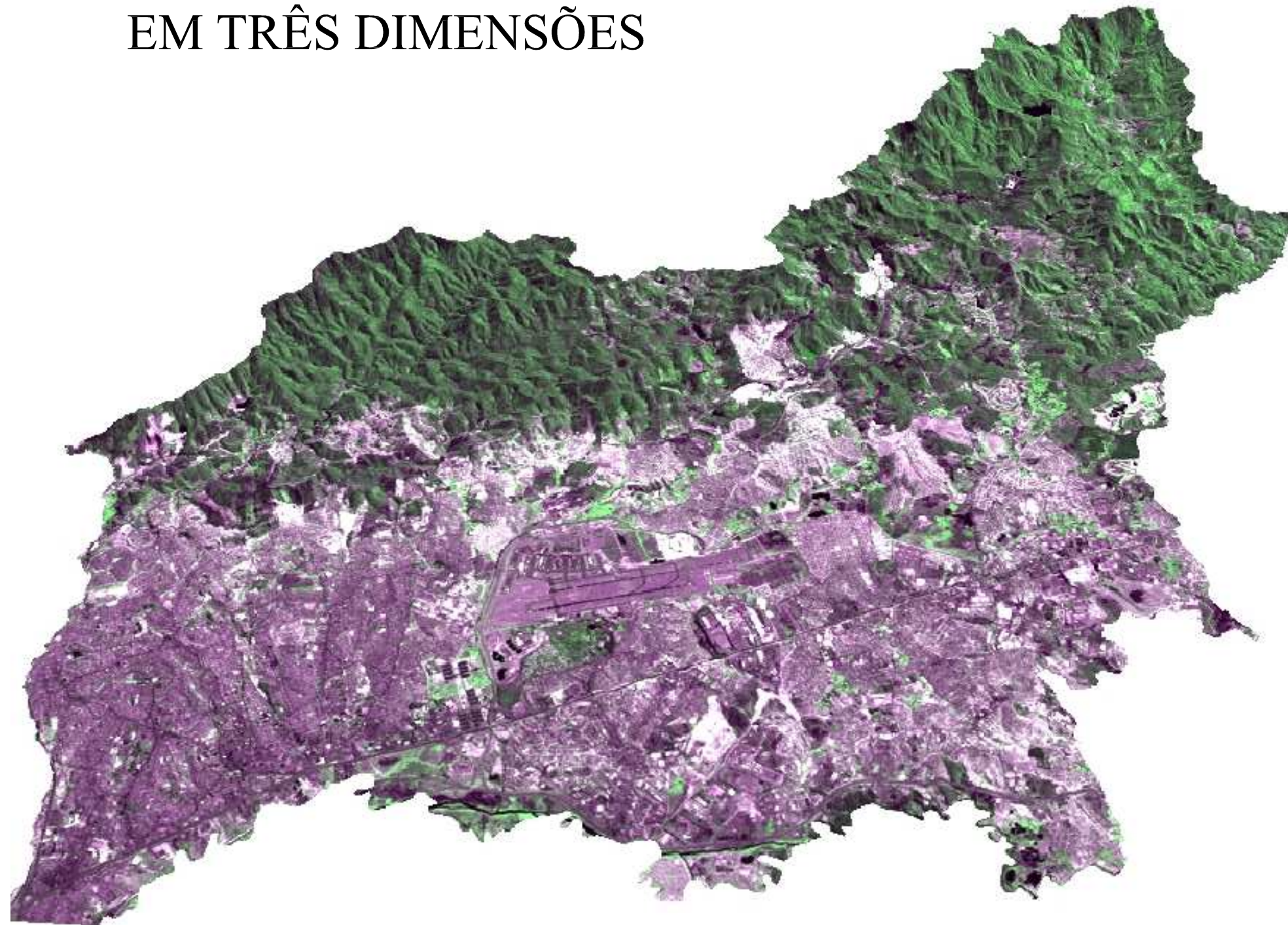
As sub-bacias do Cabuçu de Cima são compartilhadas com São Paulo e Mairiporã, e a do Baquirivu Guaçu com o Município de Arujá. O Município ocupa, ainda, parte da Várzea do Tietê, integrando sua Área de Proteção Ambiental.

Assim, Guarulhos sofre todas as conseqüências associadas à sua localização a jusante¹⁰ de outros municípios, bem como, depende da viabilização de diretrizes comuns, pelas quais também é responsável, na medida em que integra esse sistema de gestão compartilhada.

Do ponto de vista dessa gestão aplicada às águas pluviais, todos os impactos gerados por atividades urbanas, todas as ações de integração com os demais usos das águas, assim como as iniciativas de proteção ambiental precisam ser analisadas em cada bacia hidrográfica por esta se constituir na unidade territorial básica de gestão dos recursos hídricos. Significa, portanto, que as ações realizadas nela repercutem em todo o seu território afetando os seus cursos d'água e, assim, podem atingir outros de seus segmentos, demais municípios integrantes da mesma bacia hidrográfica e, até mesmo outras bacias, dependendo de suas características.

A fim de impedir o aumento progressivo das vazões do Rio Tietê e controlar as enchentes que atingem as suas marginais e várzeas, o Plano de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (DAEE, 2001) introduziu o conceito de 'vazão de restrição'. Ele representa a necessidade de fixação de um limite para as vazões máximas que chegam

IMAGEM DE SATÉLITE EM TRÊS DIMENSÕES

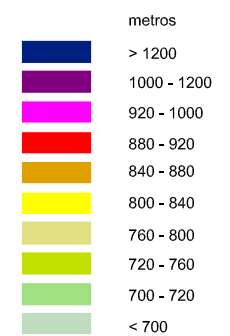


Mapa: 2.3.c.: IMAGEM DE SATÉLITE
EM TRÊS DIMENSÕES

SEM ESCALA

Mapa: 2.3.d.: DIFERENÇAS DE ALTITUDE

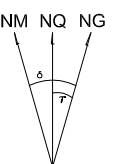
LEGENDA



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIACÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

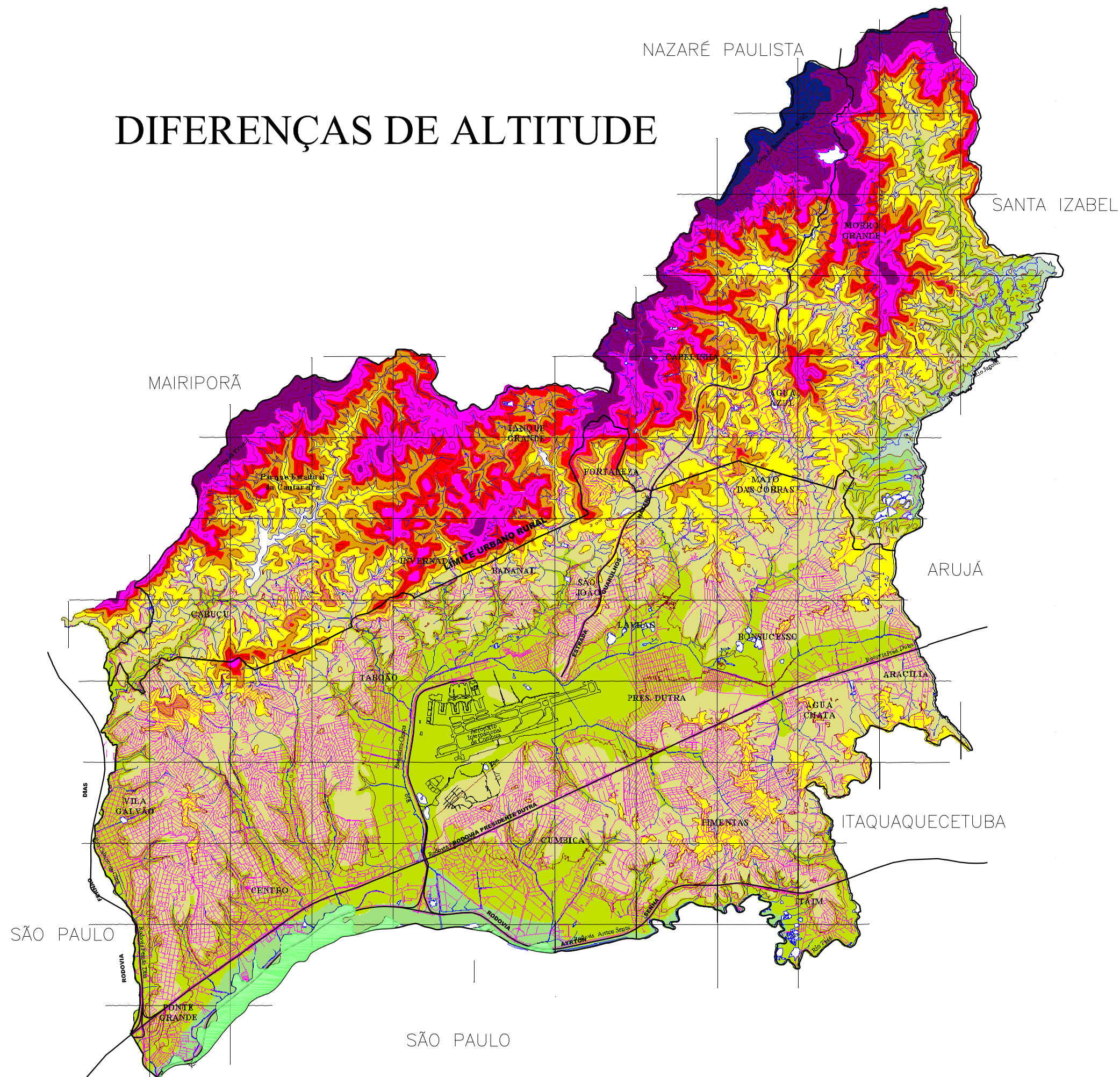
Norte:



Escala:
1: 100.000

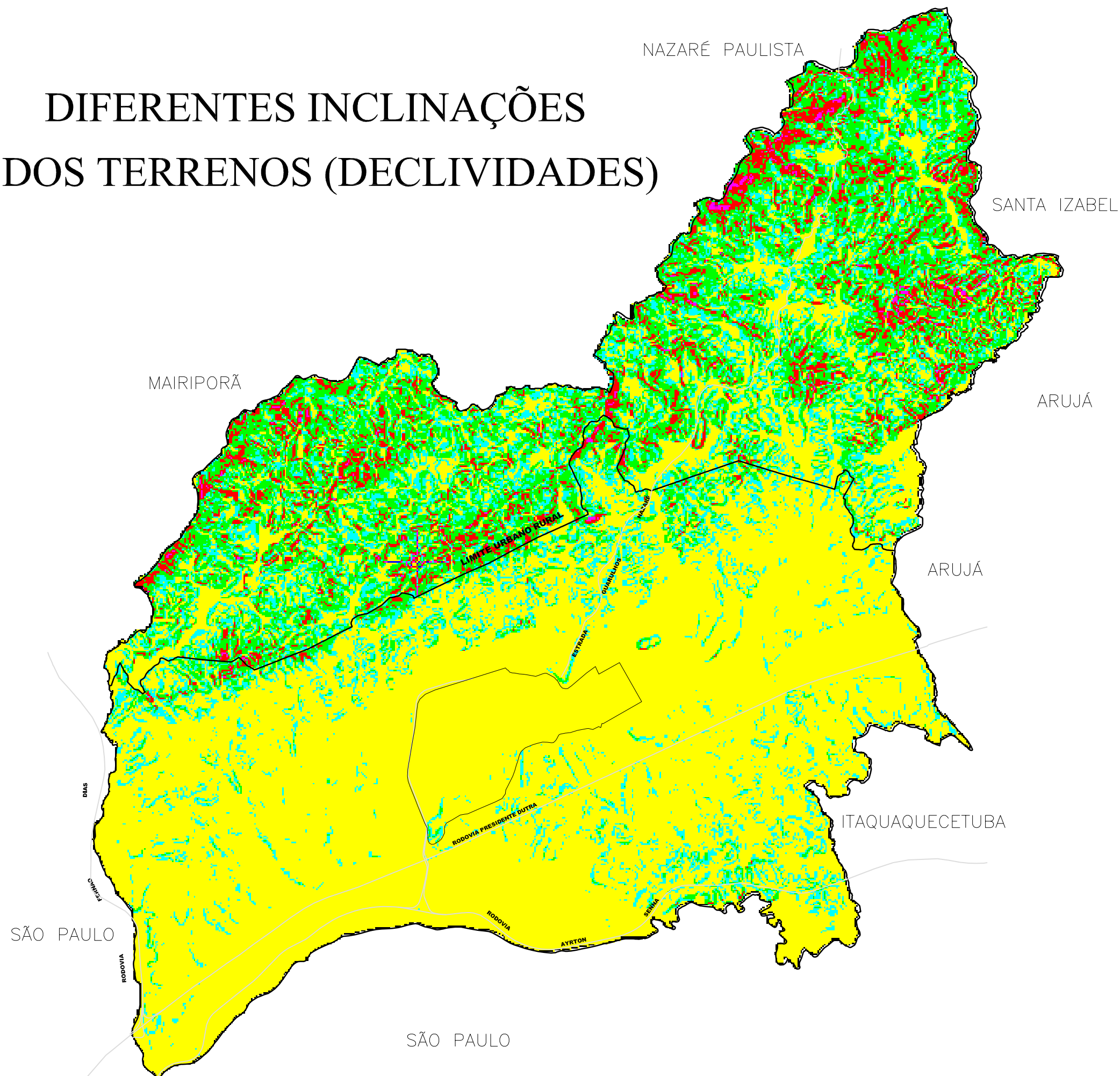


Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos



Mapa: 2.3.e.: DIFERENÇAS DE INCLINAÇÕES DOS TERRENOS (DECLIVIDADES)

DIFERENTES INCLINAÇÕES DOS TERRENOS (DECLIVIDADES)



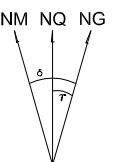
LEGENDA

- Declividade de 0 à 10%
- Declividade de 10 à 15%
- Declividade de 15 à 25%
- Declividade de 25 à 35%
- Declividade de 35 à 50%

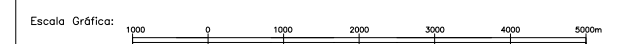
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:






Escala:
1: 100.000



Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano,
elaborado pelo geólogo Dicson Barbosa Galipi

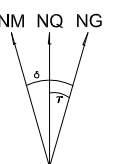
LEGENDA

-  BACIAS HIDROGRÁFICAS
-  SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS
-  INUNDAÇÕES FREQUENTES


PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIACÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

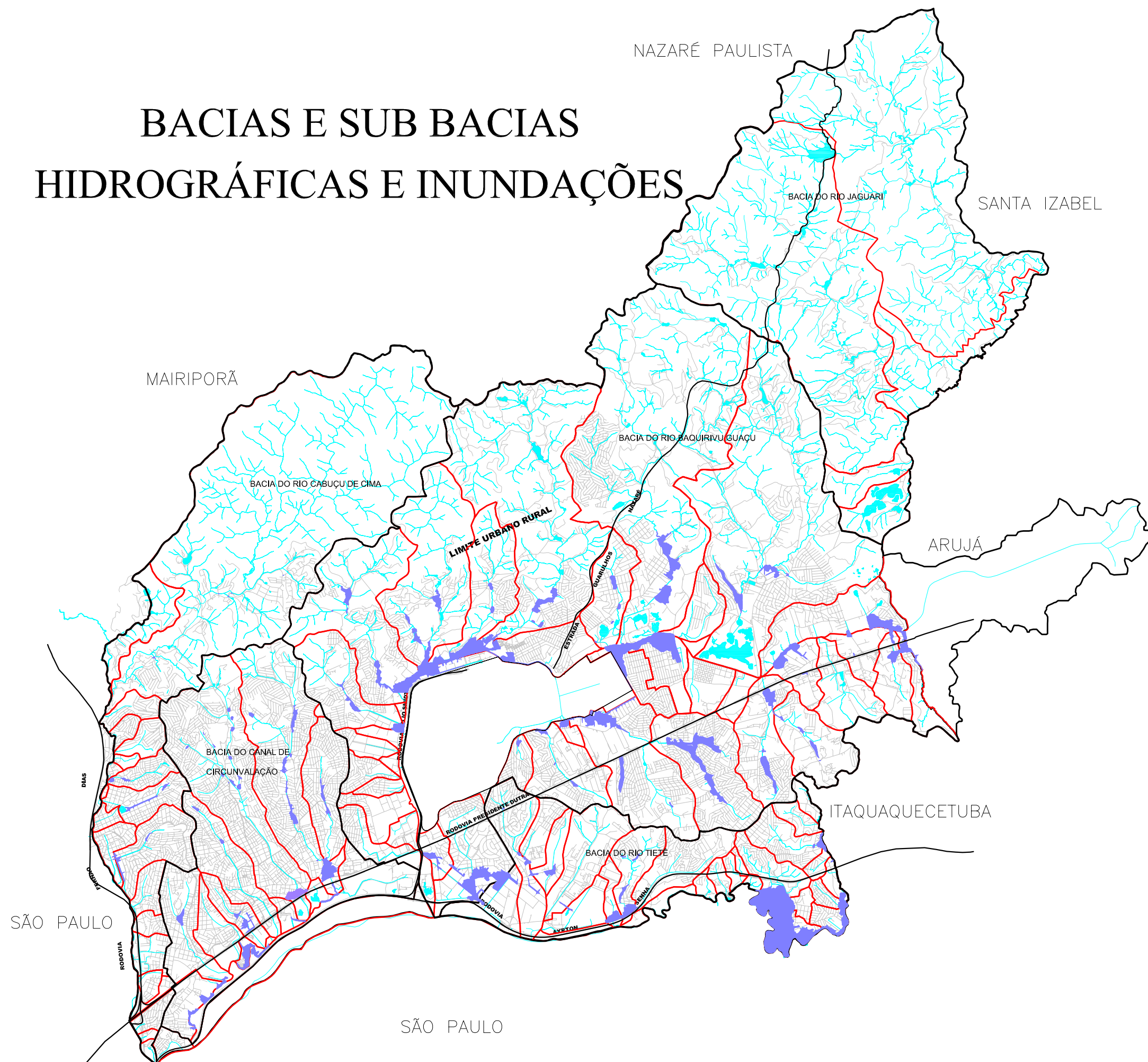
Norte:



Escala:
1: 100.000

Escala Gráfica: 

Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos
Áreas inundáveis: levantamento em campo com técnicos
de órgãos e secretarias da Prefeitura, 2002 – 2003



ao Rio Tietê, provenientes de seus trechos de montante, correspondendo ao limite de 446 m³/s na Barragem da Penha, a ser adotado pelos órgãos públicos e prefeituras (DAEE, 2002).

A manutenção das vazões de restrição propostas para a Bacia do Alto Tietê é de interesse de todos os municípios que a integram, exigindo um controle eficiente e organizado das formas de uso e ocupação do solo, principalmente da expansão urbana e adensamentos, além da ocupação de várzeas e dos processos erosivos, de modo a possibilitar o controle de cheias no Rio Tietê e em toda a sua bacia hidrográfica.

As responsabilidades pelas intervenções e pelos serviços de manutenção e conservação dos cursos d'água, salvo decisões posteriores a serem definidas pelo Comitê da Bacia, têm se dado segundo estes critérios: cabem ao governo estadual as ações relativas aos rios Cabuçu de Cima, Baquirivu Guaçu e Tietê (incluindo a Barragem da Penha e os outros córregos que constituem as divisas de Guarulhos com outros municípios). As intervenções nos demais cursos d'água, situados no interior do Município, cabem à Prefeitura de Guarulhos.

2.3.2 Cobertura vegetal

A vegetação desempenha um papel estratégico para o equilíbrio ambiental, a proteção e a conservação dos recursos hídricos e a prestação de serviços ambientais, conforme já foi referido no início deste trabalho. Nesse sentido, o Mapa de Cobertura Vegetal 2.3.2. além de mostrar sua importância para o Município, aponta onde ela ainda existe e os vetores de expansão das atividades humanas – rurais e urbanas - que implicam na sua eliminação.

Além da perda das áreas vegetadas em si, não se pode deixar de considerar o chamado “efeito de borda”, através do qual o perímetro da área desmatada interfere na vegetação remanescente, como que desfiando um tecido que, progressivamente, perde sua integridade. Por isso, o desmatamento é o início de um processo de alteração profunda das condições ambientais, que promove uma enorme perda do capital ambiental.

A distribuição das formas de vegetação ilustradas no Mapa de Cobertura Vegetal mostra um aumento progressivo do desmatamento, que é maior no sentido das bacias hidrográficas dos córregos Lavras e Tanque Grande, formando uma ‘cunha’ que começa a dividir a mata existente nessas bacias. Isso é particularmente grave no caso da Bacia do Tanque Grande, em função de suas águas serem utilizadas para abastecer o Município. O Mapa revela ainda a existência de poucas áreas de vegetação contínua e muitos fragmentos, evidenciando o que o Município já perdeu, sem se dar conta de seus graves efeitos.

As matas estão concentradas nas Unidades de Conservação localizadas ao Norte e constituem a tipologia mais importante, pela sua biodiversidade e repercussão na conservação dos recursos hídricos. Por essa razão, aumenta a necessidade de se permitir a regeneração de matas secundárias, capoeiras, campos antrópicos e outras formas de vegetação alterada, que ainda podem ser vistas em Guarulhos.

Contudo, a compensação de áreas desmatadas pelo reflorestamento e revegetação, onde isso é feito, não propicia o mesmo resultado das áreas florestadas preservadas, uma vez que aquelas exigem um enorme tempo para que alcancem o clímax de seu desenvolvimento. O processo de recuperação é complexo e lento, e requer a aplicação de técnicas adequadas que compensem os danos do desmatamento. Desmatar não significa apenas a retirada física da cobertura vegetal, mas um conjunto de danos diretos e indiretos, que abrangem a perda do sombreamento, de solos, dos teores de umidade e da biodiversidade, que consistem as condições fundamentais para aumentar as chances de regeneração.

Dentre os fragmentos remanescentes destaca-se a capoeira, por representar os estágios iniciais e intermediários de regeneração natural, distribuída em diferentes porções do Município, e a vegetação de várzea, presente nas maiores planícies de inundação, ainda não aterradas.

Além do que já foi perdido na área urbana consolidada, a expansão da cidade avança sobre a vegetação remanescente e, em todas essas situações os fundos de vale – locais estratégicos de proteção dos cursos d'água - têm sido alterados radicalmente para abrigar edificações e avenidas perdendo, assim, a possibilidade futura de reposição de sua vegetação ciliar.

Retirar vegetação e urbanizar aumenta as demandas de investimentos na tentativa de repor artificialmente suas funções, produzindo ônus e endividamento para a municipalidade e sua população que, em geral, não são calculados ou considerados. Isto quer dizer que a expansão urbana tem um custo que, do ponto de vista da drenagem, não se limita apenas à impermeabilização, à erosão e ao aumento das ilhas de calor, mas, acima de tudo, à depreciação do capital ambiental.

Frear o avanço da degradação requer um conjunto de ações proporcionais à importância da vegetação e ao

potencial de suas ameaças. Essas ações são necessárias para proteger as áreas remanescentes, em especial as que formam um corredor situado no Centro Norte do Município, particularmente nas cabeceiras das bacias que drenam para as áreas ocupadas. Por essa razão, têm um papel estratégico na retenção de grandes volumes de água, reduzindo a tendência de agravamento das atuais inundações sofridas por Guarulhos.

Considerando essa situação, que requer medidas emergenciais, a recomposição da vegetação é imprescindível. Nesse sentido, aliviar as pressões de ocupação sobre as áreas já degradadas e nas que se encontram em processo de regeneração espontânea, constitui um ponto de partida essencial para a recuperação da cobertura vegetal que Guarulhos necessita.

2.4 CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS

2.4.1 Águas subterrâneas

I. Sistemas Aqüíferos

Em Guarulhos, como em toda a Bacia do Alto Tietê, são encontrados dois sistemas de aqüíferos nitidamente diferenciados pelas suas características geológicas (ver Mapa de Geologia – Tipos de Rochas 2.3.a.): a Unidade Sedimentar, formada por um pacote de sedimentos Terciários e Quaternários; e a Unidade Cristalina, formada por rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino¹¹.

O Sistema Aqüífero Sedimentar encontra-se acima das rochas pré-cambrianas, com espessuras que variam entre 100m e 250m (DAEE, 2005). Esse aqüífero é caracterizado, do ponto de vista hidrogeológico, pela circulação da água pelos seus grãos, que ocorre em função de permeabilidade originada pela sua porosidade granular.

O Sistema Aqüífero Cristalino é composto por duas unidades distintas:

1. Camadas superficiais, com espessuras médias em torno de 50m;
2. Aqüífero Cristalino, propriamente dito, cujas águas circulam por fraturas e falhas abertas. Os poços localizados nestas faixas podem ter maiores vazões.

A recarga dos aqüíferos é efetuada por dois modos distintos:

1. O natural, a partir da água das chuvas, que ocorre em toda a extensão não impermeabilizada do Município, onde as águas se infiltram no solo e atingem os aqüíferos. Ao ingressarem nos aqüíferos, as águas fluem no sentido dos cursos d'água, alimentando suas descargas naturais;
2. O artificial, pelas perdas de água na rede pública de abastecimento e vazamentos dos sistemas de águas pluviais e de esgotos. Essas perdas, que em Guarulhos são superiores a 50%, no caso da rede pública de água, ocorrem nas áreas do Sistema Aqüífero Sedimentar.

II. Exploração da água subterrânea

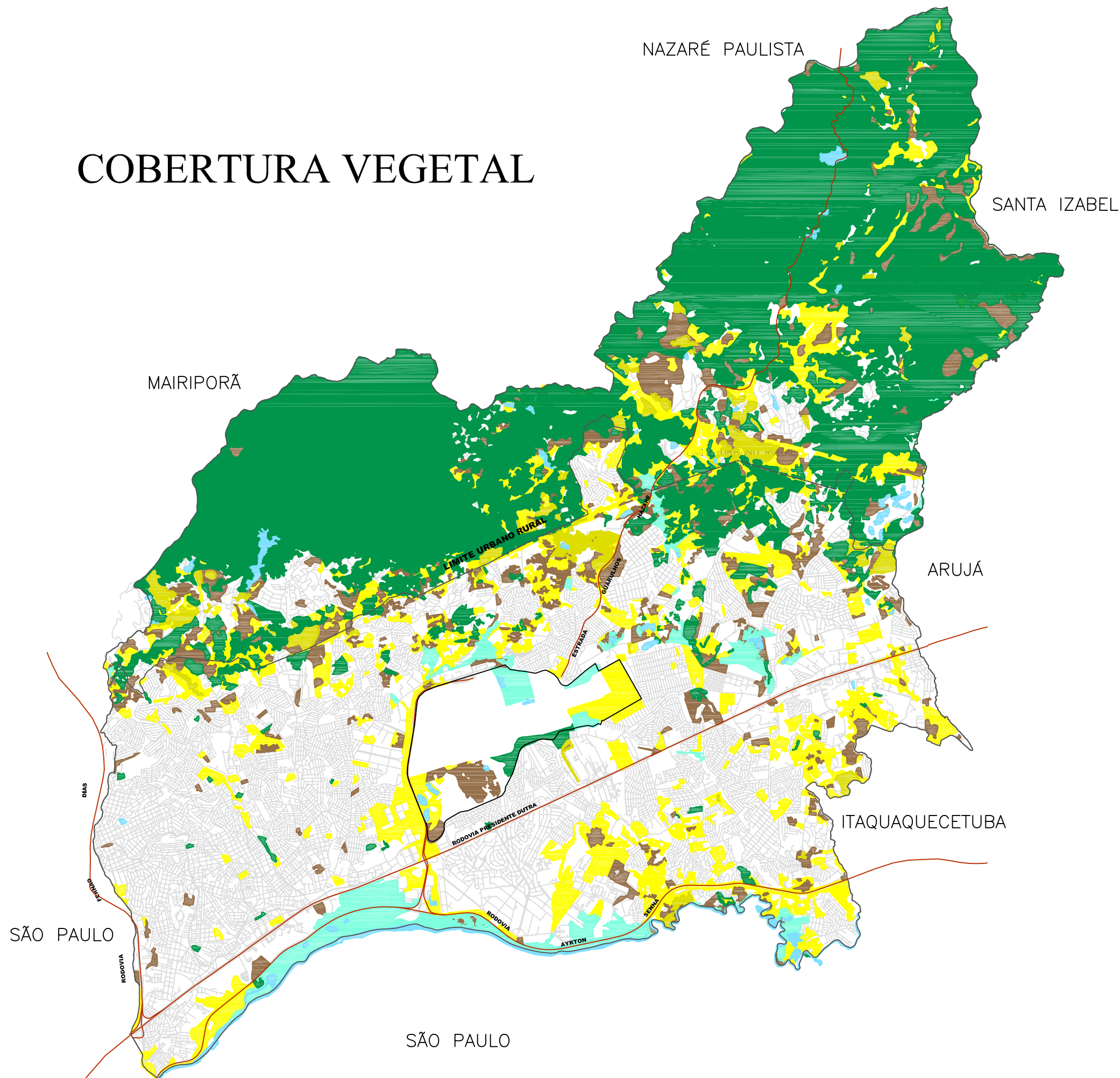
A água subterrânea em Guarulhos é explorada por meio de poços caseiros (cacimbas), tubulares, e mini-poços profundos, sendo desconhecido o seu número total, embora se saiba que sua quantidade vem aumentando, significativamente, nos últimos anos e que grande número deles não está mais em operação. É possível que as cacimbas venham sofrendo um aumento relativo, em decorrência da falta d'água verificada em alguns bairros.

Os poços mais produtivos são mistos, pois exploram o Aqüífero Sedimentar e o Cristalino, em zonas de maior fratura e/ou abertas. Os poços no Aqüífero Sedimentar, isoladamente, fornecem, em média, 5 vezes mais água do que os localizados no Aqüífero Cristalino (DINIZ, 2003). Isto explica porque a maior parte deles encontra-se nesses locais.

Um problema grave encontrado é o rebaixamento acentuado dos níveis d'água dos aqüíferos, devido a bombeamento excessivo, provocando perda de reservas. Outro problema refere-se à contaminação das porções mais superficiais dos aqüíferos, associada ao lançamento de esgotos não tratados nos corpos d'água e à presença de grande número de fontes poluidoras, tanto de efluentes líquidos, como de resíduos sólidos. Casos de contaminação dos aqüíferos também têm sido registrados por operação inadequada e falhas técnicas na implantação dos poços.

A água subterrânea cumpre um importante papel como fonte complementar de abastecimento público e privado do Município, suprimindo grande parte da demanda do seu parque industrial, das atividades comerciais e de conjuntos residenciais, assumindo, mais recentemente, um papel maior na complementação do sistema

COBERTURA VEGETAL



Mapa: 2.3.2.: COBERTURA VEGERAL

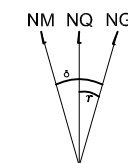
LEGENDA

- MATA
- CAPOEIRA
- CAMPO
- VEGETAÇÃO DE VÁRZEA
- REFLORESTAMENTO
- CORPOS D'ÁGUA

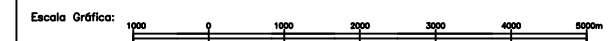
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSOIDE DE REFERÊNCIA IGC/SAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18' 22"
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0' 33" 23,946"
 VARIACÃO MENSAL = -0,37"
 K= 0,9998533126

Norte:








Escala:
1:100.000



Fonte: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e
 Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, EMLASA/2005
 Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos

Mapa: 2.4.1.a : AQUÍFEROS

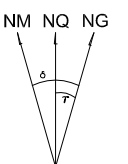
LEGENDA

SISTEMA AQUÍFERO SEDIMENTAR	
	Rochas Sedimentares Terciárias
	Sedimentos Aluvionares Quaternários
SISTEMA AQUÍFERO CRISTALINO	
	SISTEMA AQUÍFERO CRISTALINO
	Principais Falhas Geológicas
	Poços Tubulares

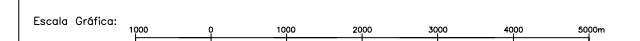
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

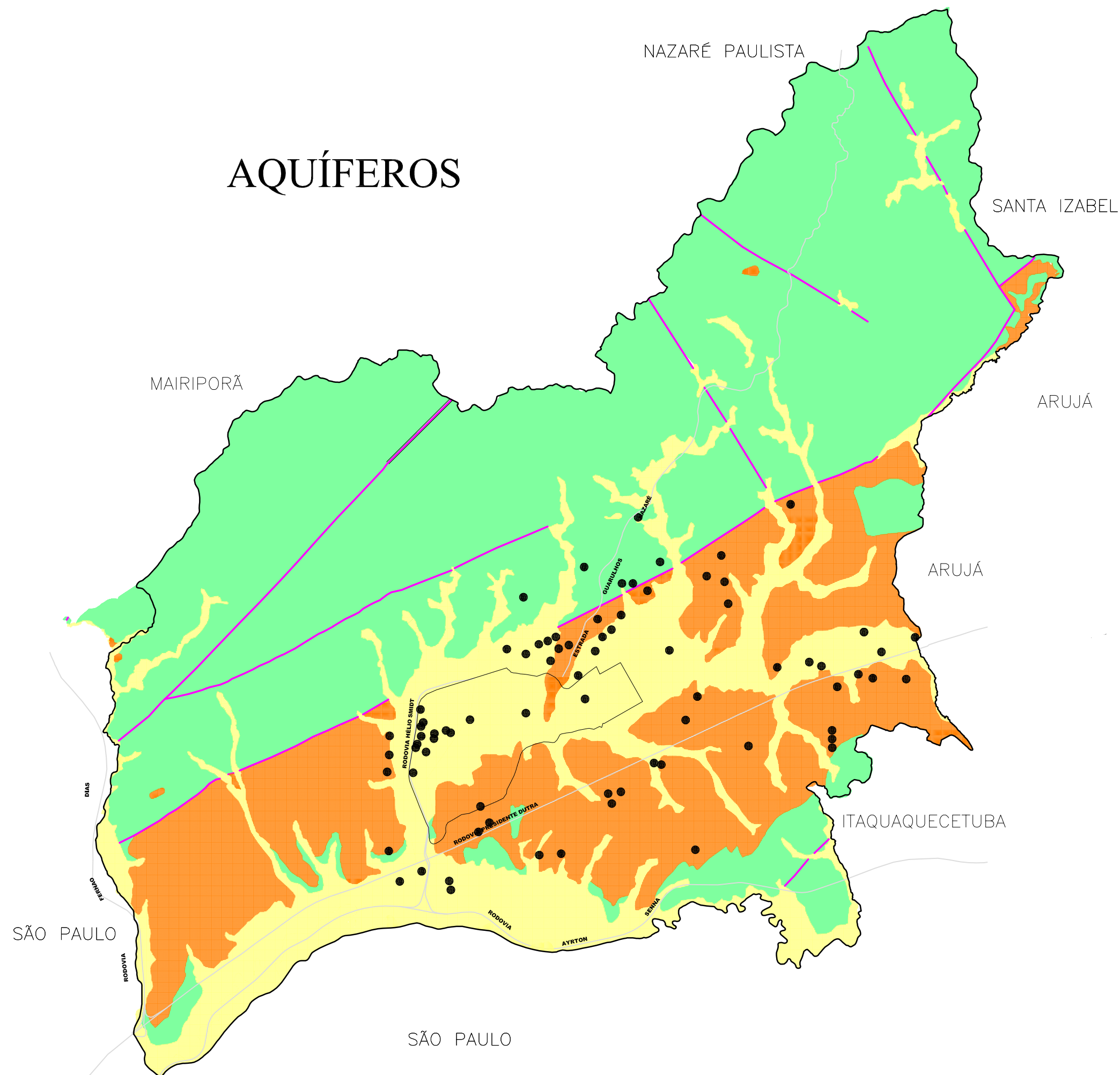
Norte:



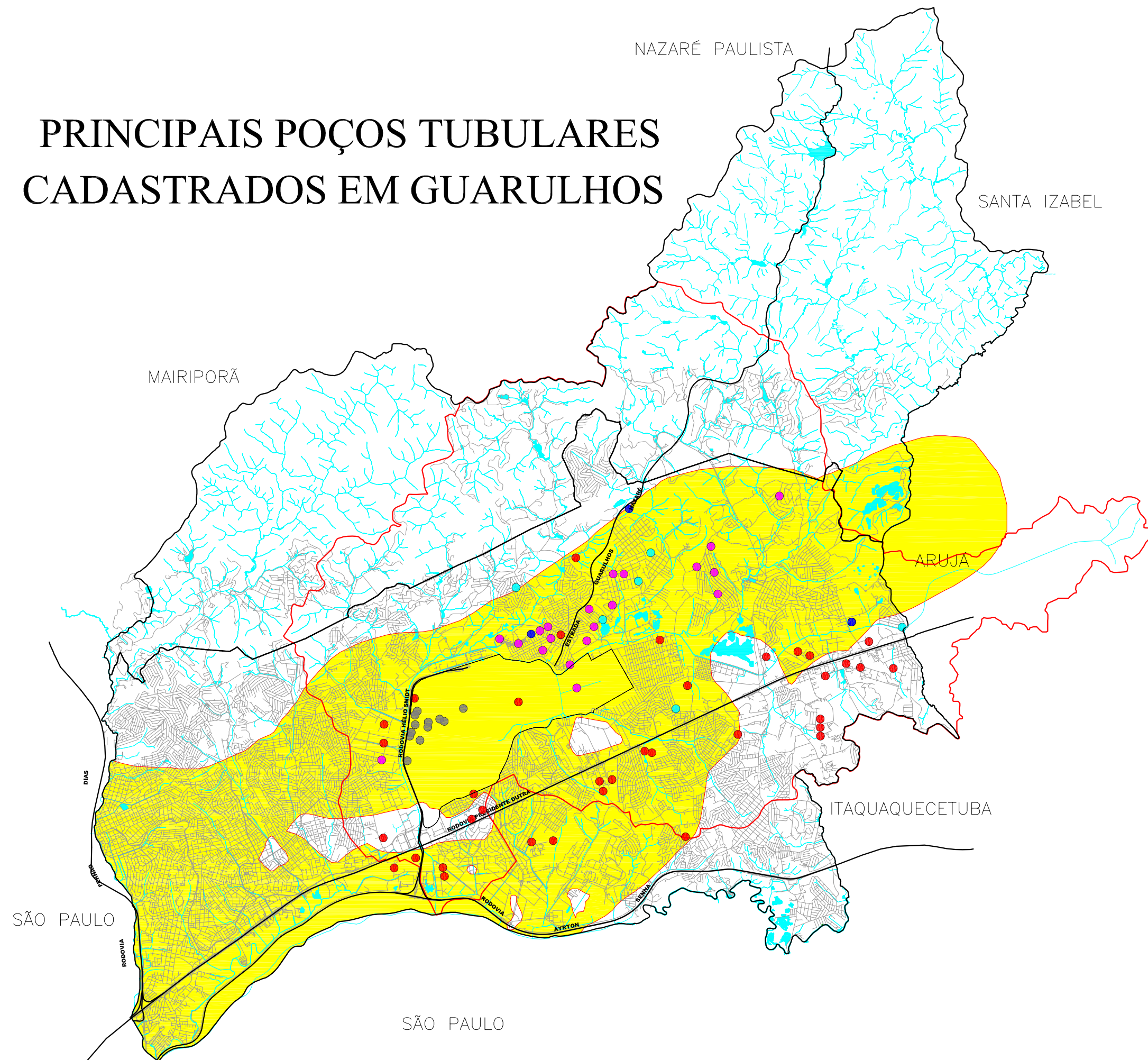
Escala:
1: 100.000



Fonte: ANDRADE, 2001. Laboratório de Cartografia – FFLCH/USP
Base: EMPLASA – Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo Escala 1:50 000, 1979.
Adaptado pela Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos
Poços: Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos e INFRAERO



PRINCIPAIS POÇOS TUBULARES CADASTRADOS EM GUARULHOS



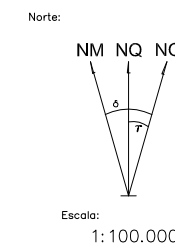
Mapa: 2.4.1.B.: PRINCIPAIS POÇOS TUBULARES
CADASTRADOS EM GUARULHOS

LEGENDA

- POÇOS DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS - 7
- POÇOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO (SAAE) - 21
- POÇOS PARTICULARES RESIDENCIAIS - 3
- POÇOS PARTICULARES COMERCIAIS - 36
- POÇOS AEROPORTO - 12
- SEDIMENTOS TERCIÁRIOS COM
ESPESSURA ACIMA DE 30 METROS
- BACIA DO RIO BAQUIRIVU GUAÇU

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126



Escala Gráfica:

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos. A localização dos poços do Aeroporto foram fornecidos pela INFRAERO "Subsídios para o Gerenciamento de Águas Subterrâneas de Guarulhos/2002" – geólogo Hélio Nóbile

público. O aumento da sua exploração se deve à boa qualidade e à quantidade de água que pode ser retirada dos aquíferos locais, à continuidade do suprimento e ao custo menor que o da água tratada, distribuída pela rede pública.

As perspectivas futuras apontam para um aumento na demanda, em decorrência do crescimento da população e das atividades econômicas, principalmente em virtude da vinda de novos empreendimentos para o Município. Atualmente, o Aeroporto de Guarulhos é inteiramente abastecido por poços tubulares profundos, que fornecem mais de 5.000 m³/dia de água. Esses valores expressivos indicam a possibilidade de estar ocorrendo uma exploração acima da capacidade de reposição dessa água.

Todos estes fatos mostram que é imprescindível o estabelecimento de uma política de uso e proteção das águas subterrâneas, capaz de assegurar a sustentabilidade de sua qualidade e quantidade, uma vez que não existem programas dedicados à garantia desse importante recurso.

2.4.2 Abastecimento da População

O abastecimento de água é realizado por empresa municipal, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) que, embora tenha autonomia na distribuição, quase todo o fornecimento de água tratada é feito pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), por intermédio do sistema Adutor Metropolitano. Nos últimos anos esse fornecimento tem sido bastante limitado e irregular, o que tem levado o SAAE a suprir o aumento na demanda, mediante a exploração de poços tubulares profundos e pequenos mananciais superficiais existentes no território do Município.

Outros problemas também contribuem para a insuficiência do abastecimento:

- a inadequada distribuição espacial dos reservatórios de água tratada;
- a estruturação da rede primária e sub-adutoras;
- a indisponibilidade de um cadastro técnico confiável;
- a inexistência de uma setorização eficiente do sistema; e
- o elevado nível de perdas na rede de distribuição.

A completa regularização do sistema de abastecimento só será possível com a implantação de ações de combate às perdas e desperdícios na rede (SAAE, 2003).

O fornecimento de água pela SABESP representa cerca de 88% da vazão total e os sistemas produtores próprios e os poços profundos respondem pelo restante. A fim de reduzir o custo da água utilizada nos seus processos produtivos e, em vista das vazões insuficientes disponíveis na rede, muitas empresas optaram por um sistema próprio de abastecimento. Esse sistema é suprido, principalmente, por poços e, secundariamente, por nascentes. Eventualmente, são utilizados mananciais originados pelas águas de escoamento superficial, captadas nos rios e córregos, mas, em geral, essas águas são poluídas pelo lançamento de efluentes derivados dos processos industriais e por esgotos domésticos, exigindo um nível de tratamento economicamente inviável, no contexto atual.

2.4.3 Reuso e outras formas de suprimento de água

Considerando que o potencial hídrico já explorado pelo SAAE e as vazões fornecidas pela SABESP não são suficientes para atender às necessidades do Município, a utilização de água não potável para usos menos nobres constitui uma opção estratégica. Isto porque ela permitirá reduzir o consumo de água potável, que vem sendo feito para finalidades que não necessitam desse alto padrão de qualidade, como é o caso da rega de jardins, lavagem de pisos, áreas de serviço, veículos e peças, bem como, seu uso em torres de resfriamento, descarga de vasos sanitários, entre outros.

A alternativa do reuso também faz parte das diretrizes da SABESP para a região metropolitana, assim como o interesse em reduzir o fornecimento de água por atacado, em face da sua dificuldade em atender às demandas atuais e futuras.

É importante destacar, também, que o maior consumidor potencial de água de reuso, o Aeroporto, tem previsto nos seus planos, a implantação de sistema de reuso. Ele assume especial importância, considerando as características de Guarulhos: a presença de um parque industrial e outros consumidores concentrados ao longo

da Rodovia Presidente Dutra; a inexistência de mananciais superficiais de grande porte próximos da Cidade e a limitada capacidade da exploração de águas subterrâneas para o atendimento da crescente demanda (SAAE, 2004).

Outras possibilidades vêm sendo estudadas. Na região de Bonsucesso são encontradas duas grandes lagoas, originadas de cavas produzidas pela atividade de exploração de areia, localizadas na bacia do Guaraçau, que têm um volume de água estimado em 385.000 m³. Essas lagoas estão conectadas com o córrego Guaraçau e foram desapropriadas pela Prefeitura para servirem de reservatórios de regularização de cheias, com o objetivo de proteger das inundações o conjunto Habitacional do INOCOOP - localizado nas proximidades do Rio Baquirivu Guaçu.

Estudos preliminares¹² foram favoráveis ao aproveitamento dessas lagoas para fins não potáveis, considerando a sua capacidade de 140 l/s e a existência de 318 indústrias na região. Cabe destacar, ainda, a importância da difusão de soluções individuais de aproveitamento das águas das chuvas, como é feito, historicamente, em vários países, apresentando dupla vantagem: a atenuação dos riscos das inundações e da escassez de água.

Essas possibilidades já estão sendo exploradas no Município. De um lado, destaca-se a exigência legal de compensação dos impactos na drenagem, em terrenos de maior porte, a ser cumprida através de soluções como a construção de reservatórios para armazenamento de águas pluviais, cujo aproveitamento pode suprir diferentes usos individuais. De outro, destaca-se que a construção de escolas municipais já está prevendo esse tipo de aproveitamento. Para difusão dessas soluções é necessário que o Município se qualifique para gestão e para o estímulo à utilização dessas soluções.



Figura 2.4.3 – Foto de escola municipal no Jardim Fortaleza onde é realizado o aproveitamento de águas pluviais.
Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Guarulhos.

2.5 AUMENTO DO RISCO DAS INUNDAÇÕES E AGRAVAMENTO DAS SUAS CONSEQÜÊNCIAS

2.5.1 Incremento populacional e Expansão urbana

A urbanização do Município mostra duas tendências importantes no que se refere aos riscos de inundação: de um lado, um esvaziamento populacional no chamado centro expandido de Guarulhos, que abrange a toda a região densamente ocupada e com boa disponibilidade de infra-estrutura e de serviços públicos e; de outro, uma extensa região periférica que sofreu um significativo incremento populacional.

Fazem parte do chamado centro expandido, que teve sua população diminuída, os bairros do Centro, Vila Augusta, Itapegica, Vila Galvão, Ponte Grande, Fátima e Vila Barros. Por outro lado, na região que passou por um aumento populacional, estão os bairros de duas regiões periféricas do Município. A primeira, com maior percentual de crescimento, entre 10,10% e 21,62%, ao ano, no período de 1991 a 2000, está localizada no setor leste, que abrange os bairros Pimentas, Parque Jurema e Parque Alvorada, ao sul da Rodovia Presidente Dutra, estendendo-se no sentido Nordeste pelos bairros Bonsucesso e Ponte Alta. A segunda região - com um incremento populacional relativamente menor - está localizada no setor Norte, envolvendo áreas em processo de urbanização, situadas no limite e fora do perímetro urbano, compreendendo parte do Parque Primavera e da região do Bananal (zona rural), além do Jardim Santa Lídia, Jardim Marilena, Malvinas, Cidade Seródio, Jardim Novo Portugal, São João, Parque Santos Dumont e Cidade Soberana.

INCREMENTO POPULACIONAL

Mapa: 2.5.1.a.: INCREMENTO POPULACIONAL







1980 - 1991





1991 - 2000

LEGENDA

1980 - 1991

	- 6628 - 0
	1 - 15000
	15001 - 30000
	30001 - 44525

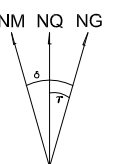
1991 - 2000

	- 3543 - 0
	1 - 15000
	15001 - 30000
	30001 - 59277

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIACÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:



Escala:
1: 200.000

Escala Gráfica: 

PORCENTAGEM INCREMENTO POPULACIONAL



Mapa: 2.5.1.b.: INCREMENTO POPULACIONAL

LEGENDA

1980 - 1991

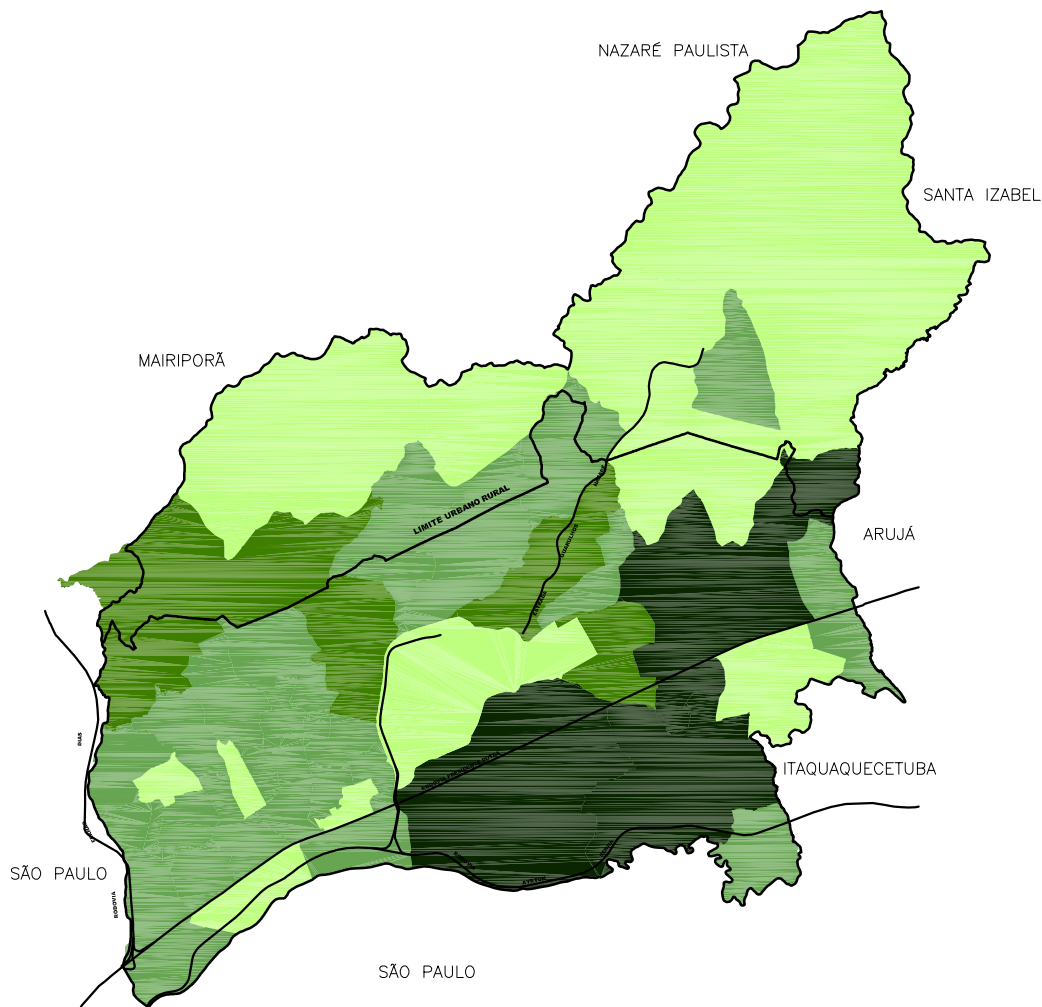
INCREMENTO POPULACIONAL (%)

	- 2,61 - 0,00
	0,01 - 5,00
	5,10 - 10,00
	10,10 - 17,56

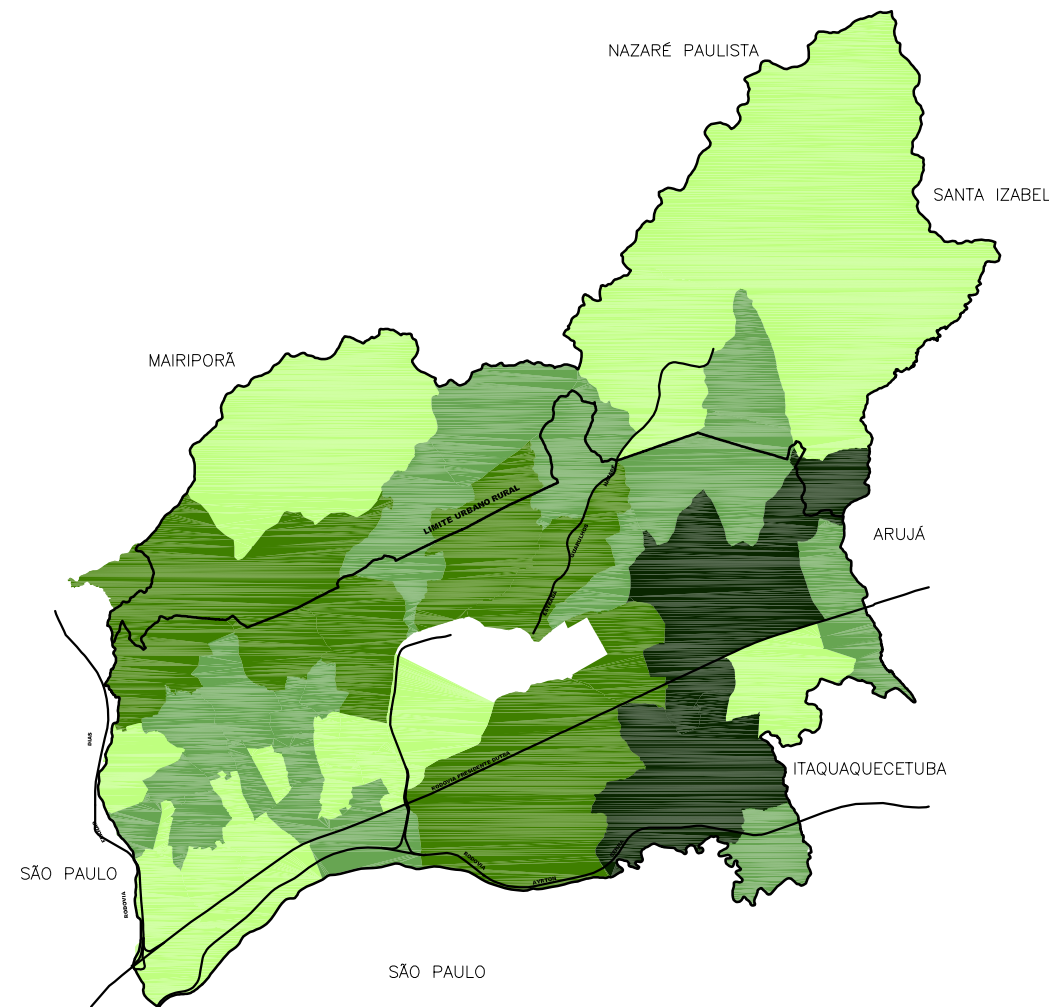
1991 - 2000

INCREMENTO POPULACIONAL (%)

	- 1,29 - 0,00
	0,01 - 5,00
	5,10 - 10,00
	10,10 - 21,62



1980 - 1991

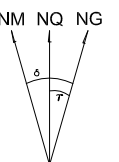


1991 - 2000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL MBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUJÁ - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
 K = 0,9998533126

Norte:



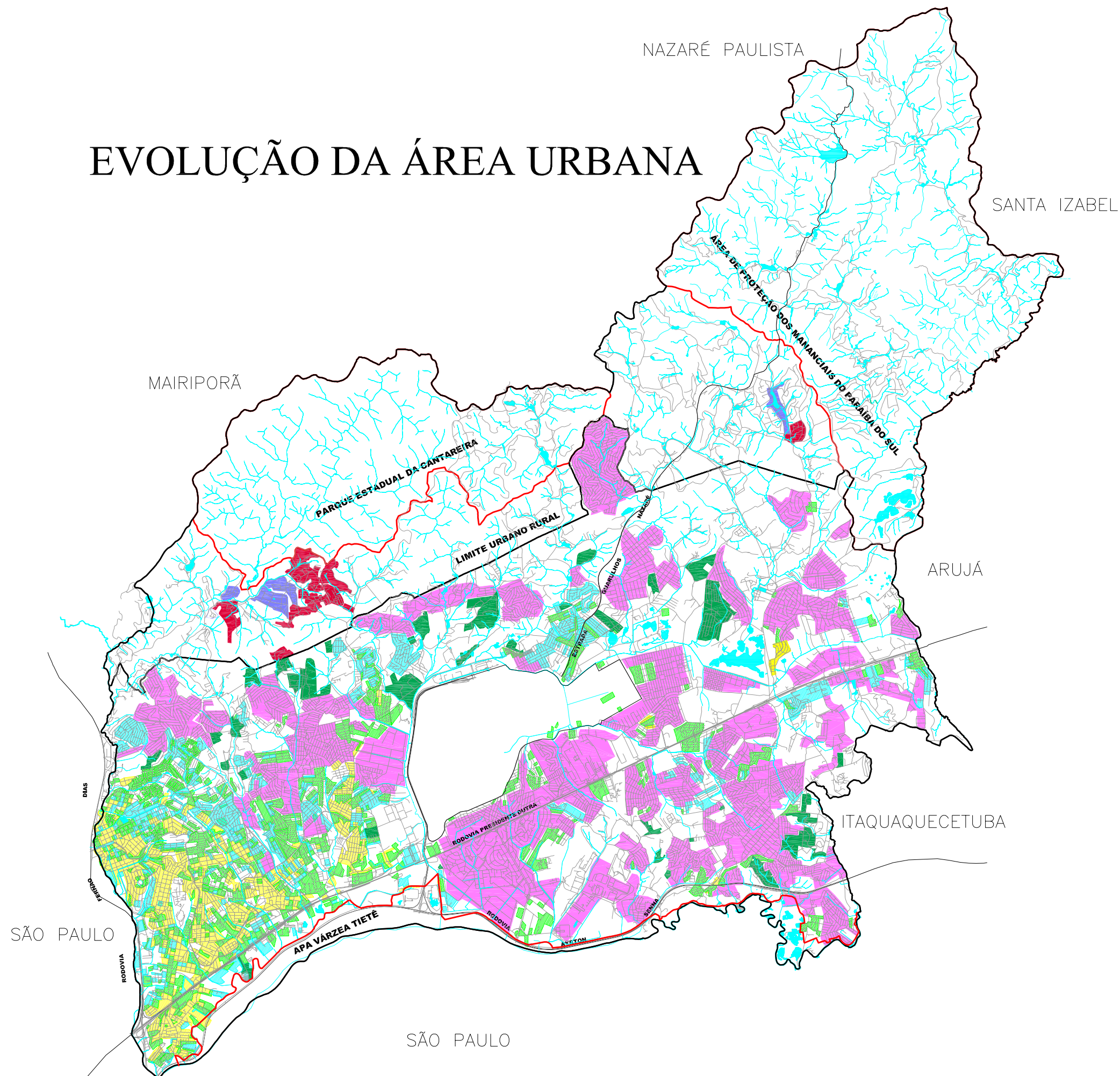
Escala:
1: 200.000










Fonte: IBGE Censo 1980 - 1991 e 1991 - 2000
 Elaboração: Sigeo 2002


Mapa: 2.5.1.e.: EVOLUÇÃO DA ÁREA URBANA

EVOLUÇÃO DA ÁREA URBANA



LEGENDA

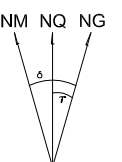
-  Adensamento urbano até 1958
-  Expansão do adensamento urbano de 1958 à 1969
-  Expansão do adensamento urbano de 1970 à 1977
-  Expansão do adensamento urbano de 1978 à 1993
-  Expansão do adensamento urbano de 1994 à 2002
-  Ocupações em área rural de 1978 à 1993
-  Ocupações em área rural de 1993 à 2002

 Limite das Áreas Protegidas


PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:



Escala:
1: 100.000

Escala Gráfica: 

Fonte: SIGeo - Guarulhos, 1998

(Atualizado pelo Plano Diretor de Drenagem

- Base imagem Satélite - Ano 2002)

O que mais preocupa dessas tendências são suas conseqüências negativas para o meio ambiente, os recursos hídricos e para o sistema de drenagem, em particular. O avanço da urbanização, no sentido da franja das áreas de proteção ambiental e terrenos com elevada declividade, significa aumentar a degradação ambiental dessas áreas estratégicas e, conseqüentemente, elevar o risco de inundações nas áreas mais populosas da cidade. Na realidade, este processo segue a mesma tendência que vem ocorrendo na Grande São Paulo exigindo, também, políticas de gestão metropolitana, com o envolvimento de todos os seus municípios e do Estado.

Essa expansão urbana tem se dado de jusante para montante, exceto nas sub bacias do Tietê em Guarulhos. Esse modelo traz sérios problemas aos sistemas de drenagem, que não têm capacidade para enfrentar os impactos da impermeabilização e dos processos erosivos decorrentes do avanço da ocupação para as porções mais altas da bacia, provocando a ampliação do risco, áreas atingidas e conseqüências das inundações.

Exemplo disso é o caso da bacia do Canal de Circunvalação, cuja ocupação se deu, também, em áreas impróprias de várzea, seguindo de jusante para montante. Suas áreas mais favoráveis estão, justamente, na porção urbana e, agora, sua expansão se dirige para as áreas impróprias (ver Mapa de Aptidão Física à Ocupação de Áreas Urbanizadas, 2.5.4.) no setor norte.

A expansão urbana mostra três grandes tendências. A primeira é orientada para o Norte fazendo a cidade crescer sobre o relevo de Colinas e Morrotes, transpondo a linha demarcatória do perímetro urbano¹³ e a barreira física dos Morros Altos, constituindo, por essas razões, a tendência mais preocupante. Verificam-se, ainda, alguns intervalos da ocupação na sub-bacia Mata das Cobras, mas a pressão maior ocorre justamente onde o relevo é mais acidentado. A segunda e a terceira estão contidas dentro do perímetro urbano: uma delas é predominantemente orientada no sentido Leste e a outra, segue preenchendo espaços ainda desocupados.

2.5.2 Espaços remanescentes e “vazios” urbanos

Para efeito deste Plano, são chamadas de ‘vazios’ urbanos as áreas ainda permeáveis encontradas dentro do perímetro da área urbana do Município. Essa permeabilidade, normalmente, é perdida em função do revestimento do solo que é efetuado nessas áreas. Esse revestimento é constituído de edificações, pavimentos diversos e outras coberturas artificiais, que acabam reduzindo as possibilidades de infiltração de água no solo, além de produzir outros efeitos que ampliam o escoamento superficial, como a diminuição da rugosidade das superfícies, a eliminação dos locais e obstáculos a esse escoamento das águas pluviais, além da substituição de canais naturais por sistemas artificiais para acelerar esse escoamento, como é o caso das tubulações subterrâneas e de outras estruturas hidráulicas superficiais.

Esse rol de alterações se amplia, na medida em que se considere a execução de escavações, aterros, compactações e outras alterações nas características dos solos superficiais. Todas estas novas formas de uso e ocupação do solo produzem um maior volume de escoamento superficial num menor tempo, gerando um aumento da vazão de pico¹⁴, redução do tempo de concentração¹⁵ e diminuição da vazão de base¹⁶ (GENZ e TUCCI, 1995).

O maior percentual de áreas não construídas encontra-se, ainda, na Bacia do Baquirivu Guaçu, mais precisamente nas sub-bacias da margem direita (Ribeirão das Lavras, Tanque Grande, Guaraçu e Água Suja); nas nascentes e curso superior da margem esquerda (Ana Mendes, Piratininga e Água Chata); nas nascentes do Córrego Cubas e Japoneses; na Bacia do Canal de Circunvalação; e nos contribuintes diretos do Rio Tietê (Una, Tijuco Preto e Botinhas). Dessa forma, existem extensões expressivas da área urbana do Município que não foram ocupadas, representando 50,3 km², de um total de 173 km² de áreas já urbanizadas.

De qualquer modo, cabe ressaltar que a urbanização também mostrada no Mapa de ‘Vazios’ Urbanos (2.5.2) é responsável pelas áreas inundáveis existentes no Município, juntamente com outros fatores, o que significa que ocupar o restante dos espaços disponíveis implica em agravar as atuais condições.

2.5.3 Ocupação de Várzeas

A planície aluvial constitui uma forma de relevo baixa e mais ou menos plana, localizada junto às margens dos rios, que é composta por feições variadas, entre as quais os terraços fluviais e as planícies de inundação. A planície de inundação, também conhecida como várzea ou leito maior constitui-se de patamares pouco elevados, posicionados acima do nível médio das águas, freqüentemente inundados por ocasião das cheias, que se desenvolvem junto às margens dos cursos d'água. Normalmente, pelo menos uma parte das várzeas sofre inundações a cada 2 anos. A importância da planície de inundação está nas diferentes funções ambientais que desempenha, destacando-se especialmente:

- A acomodação das cheias quando as descargas dos rios são superiores à capacidade de escoamento de suas calhas;
- A retenção dos sedimentos transportados de diferentes locais de sua bacia hidrográfica;
- A manutenção de um ecossistema com características específicas, incluindo a sua vegetação, como as matas ciliares;
- A recarga de aquífero, contribuindo de forma significativa para a sua alimentação, considerando a pouca espessura ou a ligação praticamente direta com a superfície do lençol freático subjacente.

Estas características fazem com que as várzeas, juntamente com a respectiva calha dos cursos d'água e planícies aluviais, constituam espaços extremamente frágeis e críticos. Isto, levando-se em conta que qualquer intervenção ou alteração em qualquer local da bacia hidrográfica se reflete na quantidade de água transportada ou acomodada pelo seu curso d'água, ou pela sua planície de inundação, contribuindo para as inundações.

Os mapas de Uso e Ocupação do Solo nas planícies (2.5.3.a e 2.5.3.b) mostram a existência, em Guarulhos, de duas planícies aluviais de grandes dimensões, com características muito particulares:

1. Planície Aluvial do Rio Baquirivu Guaçu e de seus contribuintes

Consiste numa larga faixa alongada no sentido Leste-Oeste, com largura que oscila entre 300m e mais de 1000m que, nas suas condições naturais apresentava feições típicas daquela de um rio com canais meandrados: extensas planícies de inundação, bacias de inundação, meandros abandonados, terraços enxutos e diques marginais, entre outras. Em chuvas intensas as áreas úmidas e brejosas das várzeas eram inundadas, acomodando o excesso das águas que recebiam, sofrendo, em seguida, um esvaziamento progressivo ao fluírem pelo Rio Baquirivu Guaçu. Esta função tem características particulares:

- A rede de drenagem converge para a sua principal planície aluvionar, contribuindo para a concentração das águas do Rio Baquirivu Guaçu, nestes terrenos planos e baixos. A partir da construção do aeroporto, as águas se acumulam somente em sua margem direita;
- A presença de afluentes da margem direita desse rio, com declividades acentuadas acelera o escoamento das águas, que é bruscamente reduzido no seu curso inferior, provocando um espriamento dessas águas;
- Essas duas características principais evidenciam a necessidade dessas várzeas permanecerem desocupadas para acomodar as cheias, sem prejudicar o funcionamento da cidade.

Nesse sentido, essa planície aluvial e suas áreas inundáveis exigem atenção permanente, pois mesmo bastante ocupadas e alteradas, seus espaços ainda exercem um papel estratégico na acomodação ou amortecimento das cheias. Assim, ocupar esses espaços significa agravar as enchentes locais ou transferi-las a outros moradores da cidade.





















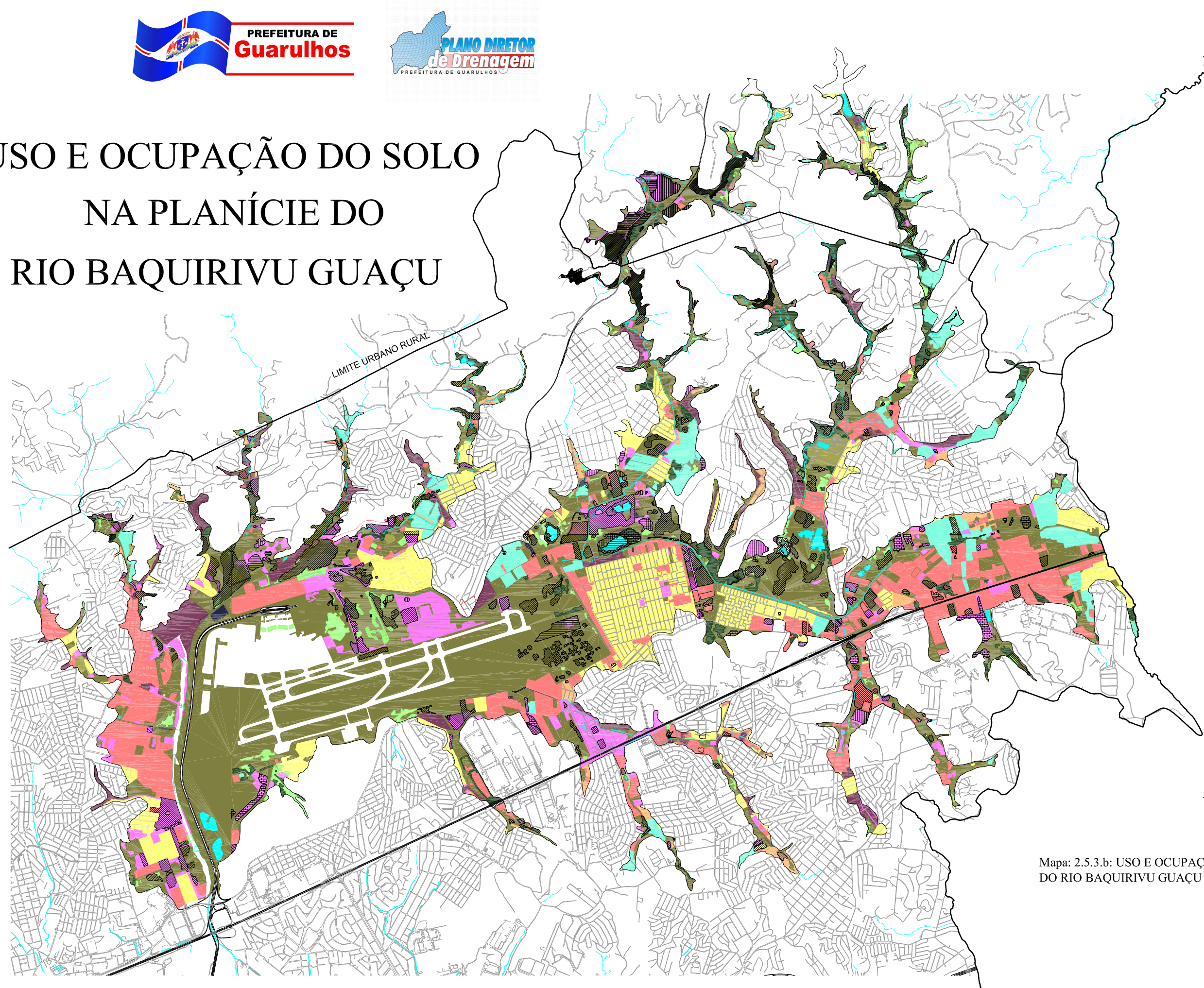
Figura 2.5.3.a – Foto aérea de 1976 da planície aluvial do Rio Baquirivu Guaçu, antes da implantação do aeroporto.

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA PLANÍCIE DO RIO BAQUIRIVU GUAÇU

LEGENDA

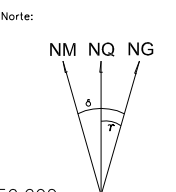
-  Vegetação de Mata Atlântica Estágio Médio Avançado
-  Vegetação de Mata Atlântica em Estágio Inicial
-  Vegetação Herbócea
-  Área Cultivada
-  Reflorestamento
-  Solo Exposto
-  Residencial
-  Chácara
-  Indústria / Comércio
-  Ocupação com Deficiência de Infra - Estrutura
-  Favela
-  Lagoa
-  Aterro
-  Bota Fora
-  Extração em Cava
-  Extração em Encosta
-  Erosão em Ravinas
-  Erosão em Sulco
-  Várzea Inundável
-  Limite Urbano / Rural



Mapa: 2.5.3.b: USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA PLANÍCIE DO RIO BAQUIRIVU GUAÇU

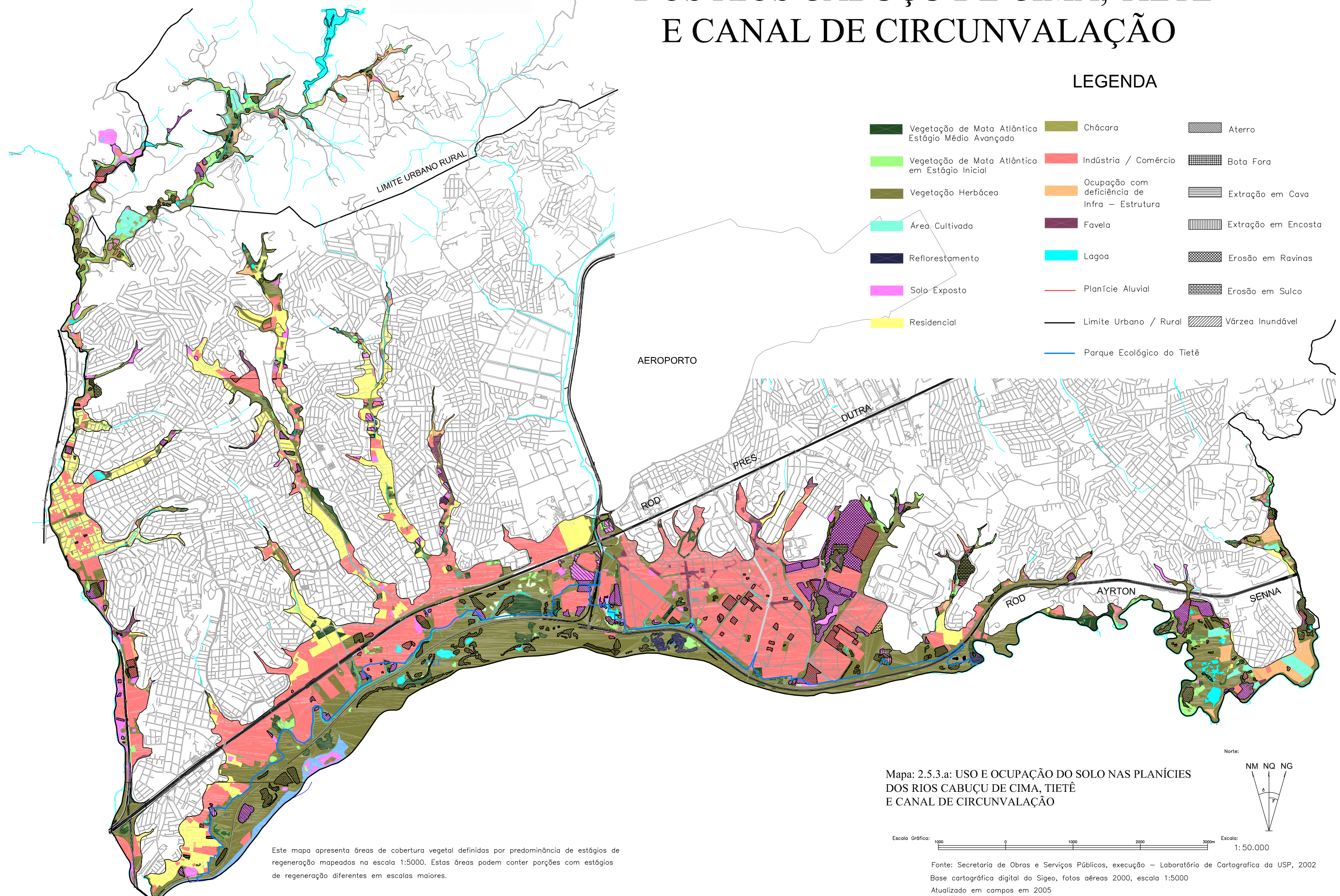
Este mapa apresenta áreas de cobertura vegetal definidas por predominância de estágios de regeneração mapeados na escala 1:5000. Estas áreas podem conter porções com estágios de regeneração diferentes em escalas maiores.

Escala Gráfica: 0 1000 2000 3000m Escala: 1:50.000



Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos, execução - Laboratório de Cartografia da USP, 2002
Base cartográfica digital do Sigeo, fotos aéreas 2000, escala 1:5000
Atualizado em campos em 2005

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS PLANÍCIE DOS RIOS CABUÇU DE CIMA, TIETÊ E CANAL DE CIRCUNVALAÇÃO



LEGENDA

Vegetação de Mata Atlântica Estágio Médio Avançado	Chácara	Aterro
Vegetação de Mata Atlântica em Estágio Inicial	Indústria / Comércio	Bota Fora
Vegetação Herbácea	Ocupação com deficiência de Infra - Estrutura	Extração em Cava
Área Cultivada	Favela	Extração em Encosta
Reflorestamento	Lagoa	Erosão em Ravinas
Solo Exposto	Planície Aluvial	Erosão em Sulco
Residencial	Limite Urbano / Rural	Várzea Inundável
	Parque Ecológico do Tietê	

Este mapa apresenta áreas de cobertura vegetal definidas por predominância de estágios de regeneração mapeados na escala 1:5000. Estas áreas podem conter porções com estágios de regeneração diferentes em escalas maiores.

Mapa: 2.5.3.a: USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS PLANÍCIES DOS RIOS CABUÇU DE CIMA, TIETÊ E CANAL DE CIRCUNVALAÇÃO

Escala Gráfica: 0 1000 2000 3000m Escala: 1:50.000

Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos, execução - Laboratório de Cartografia da USP, 2002
Base cartográfica digital do Sigeo, fotos aéreas 2000, escala 1:5000

Atualizado em campos em 2005

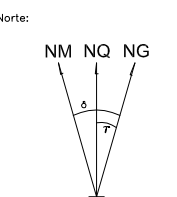




Figura 2.5.3.b – Foto panorâmica da planície aluvial do Rio Baquirivu Guaçu, depois da implantação do aeroporto.
Fonte: INFRAERO

Com relação aos afluentes do Rio Baquirivu Guaçu, o mapa também mostra a existência de amplas planícies aluviais - ainda não estão totalmente ocupadas - e grande vazão contribuinte dos córregos Guaraçu e Lavras.

2. Planície Aluvial do Rio Tietê.

O trecho dessa planície, no Município, embora menor que a anterior em extensão, cumpre um importante papel no amortecimento das águas da Bacia do Canal de Circunvalação - Margem Direita e do trecho do Tietê localizado em Guarulhos. No entanto, a sua maior importância está no papel que ainda pode desempenhar no amortecimento de picos de cheias afluentes deste canal, a partir de um melhor aproveitamento dos espaços naturais disponíveis na APA da Várzea do Tietê e de sua porção que está sob propriedade do Estado, e integra o "Parque Ecológico do Tietê".



Figura 2.5.3.c – Imagem de satélite do Parque Ecológico do Tietê.
Fonte: Google Earth, acessado em setembro de 2008.

Neste trecho do Tietê, as águas contribuintes da margem direita (Japoneses / Cocaia, Cubas, Cavalos, Quermanos e Itapegica) são interceptadas pelo Canal de Circunvalação, implantado aproveitando grande parte do antigo Leito do Rio Tietê, cujo traçado original era meandrante. Grandes porções dessa planície foram sendo aterradas pelos serviços de desassoreamento do canal e continuam servindo como bota-fora, alcançando, hoje, mais de 3 m de altura em relação ao seu nível original. Para aproveitar parte dos espaços originais de amortecimento das cheias será necessário remover todo esse material. (DAEE, 2002-2).

Assim, o mapa de uso do solo das planícies aluviais mostra alterações, em maior ou menor grau, na função de amortecimento de diversas várzeas do Município. Apesar disso, há aquelas ainda preservadas e outras que não têm construções, implicando em menores custos de desapropriação para viabilizar projetos de amortecimento de cheias e renaturalização dos córregos. Esse é o caso das áreas cultivadas; das porções de vegetação em es-

tágios inicial, médio e avançado de regeneração; de vegetação herbácea; e de áreas de reflorestamento; além de ocupações e atividades (chácaras, ocupações com infra-estrutura precária e áreas de bota-fora) que, em princípio, criam menores dificuldades para viabilizar esses projetos.

Faixas non aedificandi

As faixas marginais e APPs em cursos d'água em Guarulhos encontram-se intensamente ocupadas, tanto por empreendimentos variados, como por moradias precárias e equipamentos públicos. Segundo estimativas da Secretaria de Obras e Serviços Públicos, Guarulhos possui, aproximadamente, 300 km de rios e córregos, dos quais, apenas 1/3 de suas margens não estão ocupadas.

Essa ocupação é promovida por diferentes situações, como as de loteamentos oficialmente aprovados e clandestinos; de trechos de lotes, cujos proprietários não observaram a proteção dessas faixas; de equipamentos e infra-estruturas produzidas pelo poder público (escolas, avenidas de fundo de vale, canalizações de córregos etc.) e, ainda, de favelas.

Conforme descrito, a importância dessas áreas para amortecer cheias, preservar a qualidade das águas, manter o equilíbrio ambiental, facilitar a execução de serviços de limpeza do leito desses canais e permitir a implantação de coletores de esgoto. Porém, a restrição à ocupação dessa faixa marginal aos corpos d'água - de 15m na legislação federal de parcelamento do solo e de 30m, pelo Código Florestal - não tem sido cumprida na maior parte das cidades do país, o que contribui para o agravamento das enchentes e suas conseqüências, como a insalubridade. Esta situação se agrava ainda mais, quando esses locais, pela sua inadequação e insegurança, ficam disponíveis a baixo custo para ocupação por favelas, como mostra o Mapa de Favelas 2.5.3.c.

Atualmente, há perspectivas de se intervir nesses locais – considerados como Áreas de Preservação Permanente (APP) - para melhorar as condições de vida da população, sem que isso constitua infração ao Código Florestal. Essas possibilidades estão previstas na Resolução Conama 369/06, que permite realizar intervenções nessas áreas, dentro de determinadas condições. Dentre elas, destaca-se a necessidade de elaboração de estudos abrangentes para suas bacias e planos, destinados a assegurar seu desempenho ambiental e condições mínimas de saúde e segurança aos seus habitantes. Para permitir essas intervenções são exigidas políticas municipais integradas, envolvendo saneamento, drenagem, habitação, planejamento urbano, saúde, educação e meio ambiente, entre outras.

Aplicar essa Resolução implica na necessidade de requalificar as administrações municipais. Além disso, será necessário estabelecer um controle da expansão e do adensamento urbano extremamente rigoroso em cada bacia objeto de intervenção, não apenas para impedir o crescimento dos núcleos a serem regularizados, mas, principalmente, para que esses e os demais bairros da cidade não aumentem a impermeabilização do solo.

Assim, o que está sendo exigido por essa resolução é uma abordagem ampla e inovadora da bacia, na tentativa de reduzir os conflitos entre a ocupação de áreas vulneráveis à inundação e a proteção dos cursos d'água; diferentemente de práticas tradicionais, que apenas têm buscado o barateamento da oferta habitacional popular, através de sua localização em terrenos de mais baixo custo.





2.5.4 Aptidão física

O Mapa de Aptidão física à ocupação de Áreas Urbanizadas 2.5.4. (ANDRADE, 2001, modificado) contém definições de áreas favoráveis e restritivas à ocupação, tanto do ponto de vista do meio físico, como legal (áreas protegidas), em diferentes estágios de urbanização. Além disso, identifica as zonas com características homogêneas quanto à maior ou menor propensão ao desenvolvimento de problemas geotécnicos, especialmente erosão, escorregamentos, assoreamentos e enchentes. (Tabela 2.5.4).

Um dos aspectos mais preocupantes no Município é a expansão dos usos e atividades urbanas nas áreas inadequadas para tal, tanto nos setores de relevo acidentado (Morros Baixos e Morros Altos), como nas várzeas e brejos das planícies aluvionares e mesmo nas áreas protegidas. Este quadro já é crítico e tende a se agravar se forem mantidas as atuais tendências de crescimento da cidade e de ocupação de seus vazios; o que também aponta para a necessidade de políticas para controlar a expansão urbana.

Mapa: 2.5.4.: APTIDÃO FÍSICA À OCUPAÇÃO DE ÁREAS URBANIZADAS

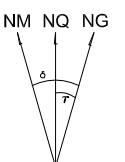
LEGENDA

-  Áreas ambientalmente protegidas
-  Áreas inadequadas para fins urbanos em terrenos acidentados, sob pressão de ocupação (sujeitos a intensa erosão e escorregamento).
-  Áreas inadequadas em intenso processo de urbanização em planície (sujeitas à inundações).
-  Terrenos adequados bastante urbanizados

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIACÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

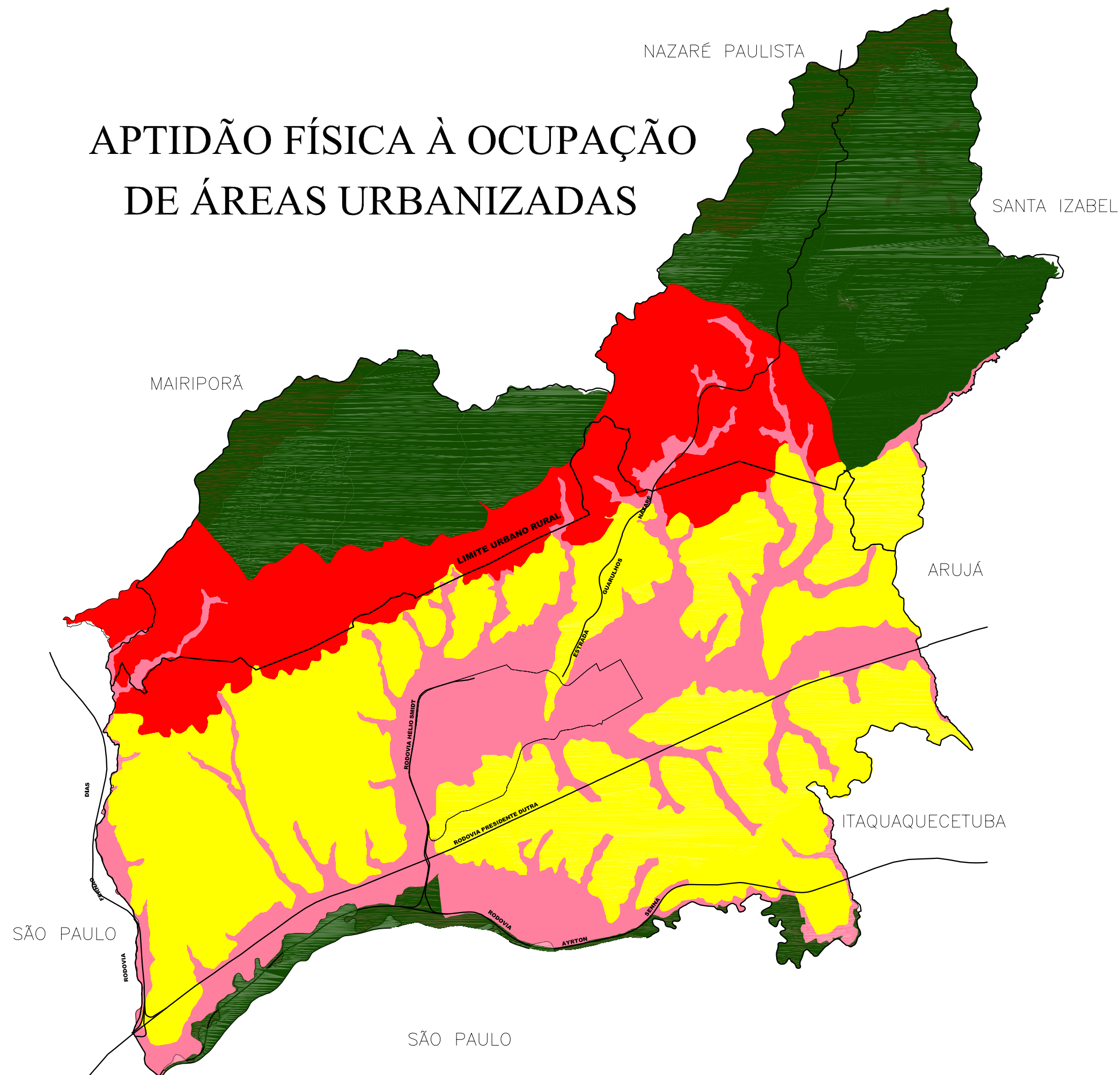
Norte:



Escala:
1: 100.000



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos adaptado de ANDRADE, 2001
Base: EMLASA, Carta Geológica da Grande São Paulo, folha Guarulhos e Itaquaquecetuba 1:50 000, 1984
Laboratório de Cartografia FFLCH/USP



Aptidão Física	Unidades Homogêneas	Características gerais
1. Terrenos adequados à ocupação bastante urbanizados (localizados predominantemente dentro do perímetro urbano do Município)	1A - Colinas e morrotes sedimentares	Relevos predominantemente suaves a relativamente rigorosos, em geral, com boas características quanto à terraplenagem; solos pouco suscetíveis à erosão, demandando maiores cuidados no caso dos morrotes.
	1B - Colinas e morrotes cristalinos	Relevos predominantes suaves em Colinas, passando a relativamente rigorosos nos Morrotes. Restrição à escavação (presença de blocos de rochas). Problemas geotécnicos podem se ampliar nos Morrotes (que são mais erodíveis, especialmente nas encostas com declividades mais acentuadas e cabeceiras de drenagem).
2. Áreas inadequadas para fins urbanos (terrenos acidentados sob pressão de ocupação, sujeitos a problemas geotécnicos (intensos processos erosivos e escorregamentos)	2. Morros Baixos e Morros Altos	Morros Baixos: Terrenos cristalinos com amplitudes de 100 metros e declividades até 45%, Elevada propensão a escorregamentos e alta suscetibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos. Morros Altos: predominam amplitudes de 150 metros e declividades acima de 45%. Muito Elevada propensão a escorregamentos e muito alta suscetibilidade para o desenvolvimento de processos erosivos.
3. Terrenos variando de muito restritos a inadequados à ocupação	3A - Planícies aluviais	Planícies aluviais, várzeas, bacias de inundação, áreas brejosas. Áreas planas e baixas, com declividade não excedendo a 5%, associadas às áreas de inundação. Presença de solos moles sujeitos a recalques. Necessidade de preservação das áreas de várzeas para propiciar o amortecimento de cheias. As restrições aumentam dos terrenos enxutos para as áreas úmidas.
4. Áreas com restrições legais à ocupação (áreas protegidas com ocupação muito restritiva ou proibitiva, destinadas a prestação de serviços ambientais)	4A - Parque Estadual da Cantareira	Áreas importantes para a manutenção da qualidade ambiental do Município e produção de água.
	4B - Área de Proteção aos Mananciais	
	4C - Área de Proteção Ambiental da Várzea Rio Tietê	Área importante para a manutenção da qualidade ambiental do Município, amortecimento de cheias e regularização de vazões do Tietê.

Tabela 2.5.4 – Classificação de áreas pela aptidão física para o assentamento urbano.

2.5.5 Áreas de Risco

Segundo dados fornecidos pela Secretaria de Habitação (SAAE, 2005) existem no Município 375 núcleos de favelas, correspondendo a 56.368 moradias e a uma população total de 281.840 habitantes. Estes números englobam moradias em terrenos com diferentes condições físicas, embora localizadas, normalmente, em encostas acidentadas ou próximas dos cursos d'água, em áreas de risco, inadequadas do ponto de vista sanitário e ambiental. Não obstante as atividades desenvolvidas pelo Poder Público Municipal nestes últimos anos, os moradores destas áreas estão sujeitos a condições extremamente precárias, como pode ser visto a seguir.

Do ponto de vista das áreas de risco de inundações e enchentes, segundo levantamento efetuado por técnicos da Prefeitura, o Município de Guarulhos conta com 2.069 moradias em diferentes níveis de risco. Enchentes e inundações, pelos critérios adotados, têm condições de risco e potencial destrutivo classificado de acordo com a intensidade da energia cinética das águas, a vulnerabilidade das moradias a acidentes (relacionada ao seu padrão construtivo) e a distância das habitações em relação aos cursos d'água.

A Tabela 2.5.5.a. contém os parâmetros e critérios adotados e as definições dos níveis de risco obtidos para as 20 favelas que possuem moradias nessa condição. Os resultados mostraram que 575 moradias encontram-se em situação de risco grave (Risco Muito Alto - R4 e Risco Alto - R3), exigindo ações urgentes, das quais 17, por serem muito críticas, necessitam ser removidas imediatamente (Risco Muito Alto - R4) (Tabela 2.5.5.b)

Tipo de risco	Características
Risco Muito Alto (RMA) R4	Águas das enchentes com alta capacidade destrutiva e transporte de materiais, atingindo moradias com baixo padrão, construídas principalmente de madeira (barracos), sendo atingidas diretamente pelas águas devido à sua proximidade do corpo d'água.
Risco Alto (RA) R3	Sujeitas a enchentes com alto poder destrutivo, moradias de baixo e médio/ bom padrão construtivo e alta / baixa periculosidade.
Risco Médio Alto (RA) R2	Sujeitas a enchentes com características, efeitos e localização variadas, predominando os aspectos e as intensidades médias.
Risco Baixo (B) R1	Sujeitas a enchentes com características, efeitos e localização variadas, predominando os aspectos baixos ou de pequena intensidade.

Tabela 2.5.5.a. - Critérios de classificação de riscos adotados.

Na realidade, todas as moradias identificadas, considerando que seus moradores sejam obrigados a ter contatos constantes com águas de péssima qualidade, não têm condições de permanecer nestes locais, necessitando ser retiradas, mediante a implementação de programas habitacionais. Portanto, a hierarquização das moradias em graus de risco – a ser permanentemente atualizada - visa, tão somente, definir prioridades para essa remoção.

Esse levantamento não contempla os riscos associados à desestabilização de encostas e taludes (escorregamentos e processos correlatos) e constitui complementação e atualização do trabalho executado pela Secretaria Municipal de Habitação, em 2002/2003. (Mapeamento de riscos associados a escorregamentos em encostas e solapamento de margens de córregos nas áreas de assentamento precário do Município de Guarulhos – PMG, 2002).

A seguir, tabela com a relação das favelas em situação crítica em Guarulhos.

NOME	BACIA HIDROGRÁFICA	MORADIAS EM ÁREAS DE RISCO (TOTAL)	TIPOS DE ENCHENTES			VULNERABILIDADE		PERICULOSIDADE		NÍVEIS DE RISCO			
			C1	C2	C3	V1	V2	P1	P2	R1	R2	R3	R4
Favela do Córrego Ana Mendes Bairro Aracília	Baquirivú Guaçu	57	21	34	02	01	56	11	46	48	06	03	00
Favela do Córrego Popuca - Jd. Nova Cumbica	Popuca	139	20	66	53	26	113	126	13	21	61	47	10
Córrego dos Japoneses – Cocaia	Japoneses	13	02	09	02	05	08	07	06	06	03	04	00
Favela Rua Maria Paula Motta (Rua Cem) Jd. Presidente Dutra	Baquirivú Guaçu	479	00	479	00	278	201	454	25	25	176	278	00
Favela Córrego Água Suja Pq. Santos Dumont	Baquirivú Guaçu	38	00	38	00	00	38	02	36	36	02	00	00
Favela Córrego da Raposa – Ponte Alta	Baquirivú Guaçu	139	130	09	00	84	55	100	39	90	44	05	00
Favela Malvinas – Córrego Tanque Grande	Baquirivú Guaçu	181	00	181	00	15	166	58	123	123	43	15	00
Favela Jd. Flor da Montanha Córrego dos Machados	Canal de Circunvalação	07	00	07	00	00	07	07	00	00	07	00	00
Favela Vila Any (Itaim) – Rio Tietê	Tietê	47	08	38	01	33	14	39	08	07	14	26	00
Favela Córrego Moinho Velho – Pq. Alvorada	Baquirivú Guaçu	23	00	00	23	07	16	23	00	00	00	16	07
Favela Moinho Velho / Cocho Velho - Pq São Luiz	Baquirivú Guaçu	281	185	96	00	91	190	100	181	185	05	91	00
Favela Córrego das Pedrinhas - Jd. Sto. Afonso (incluídas na demanda de remoção da CDHU)	Tietê	90	00	90	00	00	90	64	26	00	90	00	00
Favela Córrego Cachoeirinha - Jd. Sta. Rita	Baquirivú Guaçu	115	115	00	00	21	94	47	68	95	20	00	00
Favela Córrego do Taboão - Jd. Sta. Inês	Baquirivú Guaçu	42	42	00	00	00	42	00	42	42	00	00	00
Favela Jd. Guaracy (Itaim) - Rio Tietê	Tietê	84	05	79	00	00	84	55	29	30	54	00	00
Favela Córrego Taboão Bairro - Cidade Aracília (Divisa c/ Arujá)	Baquirivú Guaçu	89	01	88	00	03	86	88	01	02	84	03	00
Favela Córrego Água Chata – Jd. Nova Cidade	Baquirivú Guaçu	109	00	109	00	00	109	97	12	11	98	00	00
Favela Vila Flora Córrego da Rua Henrique Ricco	Cabuçu	70	00	70	00	70	00	70	00	00	00	70	00
Rua Panair – Vila Rio - Córrego dos Cubas	Canal de Circunvalação	01	00	01	00	00	01	01	00	00	01	00	00
Ruas Guiomar Santana, Sold. Estanislaw Wojcik, Francisco de Paula Santana, Castro Alves, José Triglia e Alfonsos Guimarães - Vila das Palmeiras – Córrego dos Cubas	Canal de Circunvalação	65	65	00	00	00	65	00	65	65	00	00	00
TOTAIS		2069	594	1394	81	634	1435	1349	720	786	708	558	17

Tabela 2.5.5.b - Relação das favelas em áreas críticas de inundação, segundo níveis de risco.



Mapa: 2.5.5: ÁREA DE RISCO

LEGENDA

N°	Córrego	Nome	Morádias em áreas de risco (total)	Nível de risco			
				R1	R2	R3	R4
01	Córrego da rua Henrique Ricco	Favela Vila Flora	70	00	00	70	00
02	Cubas	Rua Antonio de Souza	65	65	00	00	00
03	dos Machados	Favela Jd Flor da Montanha	07	00	07	00	00
04	Cubas	Rua Panair – Vila Rio	01	00	01	00	00
05	Japoneses	Pça do Aviador Cocaia	13	06	03	04	00
06	Taboão	Favela Córrego do Jd Sta Ines	42	42	00	00	00
07	Cachoerinha	Jd Santa Rita	115	95	20	00	00
08	Tanque Grande	Favela Malvinas	181	123	43	15	00
08	Água Suja	Pq Santos Dumont	38	36	02	00	00
09	Baquirivu Guaçu	Rua Cem – Jd Presidente Dutra	478	25	176	278	00
11	da Raposa	Ponte Alta	139	90	44	05	00
12	Ana Mendes	Aracilia	57	48	06	03	00
13	Taboão	Aracilia (divisa com Arujá)	89	02	84	03	00
14	Água Chata	Jd Nova Cidade	109	11	98	00	00
15	Moinho Velho	Pq Alvorada	23	00	00	16	07
16	Cocho Velho	Pq São Luiz	281	185	05	91	00
17	Tietê	Jd Guaracy (Itaim)	84	30	54	00	00
18	Tietê	Estrada do Itaim – Vila Any	47	07	14	26	00
19	Pedrinhas	Jd. Santo Afonso	90	00	90	00	00
20	Popuca	Jd Nova Cumbica	139	21	61	47	10
TOTALS			2069	786	708	558	17

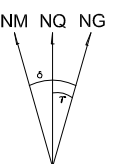
R4: Risco Muito Alto R3: Risco Alto R2: Risco Médio Alto R1: Baixo

Áreas de risco em Inundações vistoriadas

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUÁ - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
 K = 0,9998533126

Norte:



Escala: 1:100.000



Fonte: Levantamentos realizados em 2006, com vistorias em campo e dados da Defesa Civil por técnicos dos órgãos e secretarias municipais



2.5.6 Inundações

As enchentes, agravadas pelos efeitos da urbanização, são causadas por vários fatores que podem atuar de forma isolada ou combinada, ou ainda por ações secundárias decorrentes, influenciando no espaço natural das águas, destacando-se principalmente:

- Supressão da vegetação que constitui normalmente a primeira ação responsável por impactos no sistema de drenagem, podendo ocorrer tanto na área rural e urbana, como nas suas frentes de expansão;
- Desenvolvimento de processos erosivos responsáveis pelo assoreamento dos corpos d'água;
- Impermeabilização do solo; responsável pelo aumento das vazões de pico em virtude do aumento das águas de escoamento superficial. (podendo ocorrer aumento das vazões em condutos e canais em até 7 vezes, em decorrência da urbanização);
- Ocupação com aterramento ou não das várzeas: responsável pela retirada de uma porção importante do espaço das águas, destinado à acomodação das cheias naturais da bacia, gerando enchentes locais e transferindo impactos para rio abaixo (jusante);
- Canalizações e retificações nos principais cursos d'água e implantação de microdrenagem (sarjetas, bocas de lobo, galerias pluviais) que contribuem para um aumento da velocidade de escoamento e das vazões nos rios e córregos;
- Projetos de drenagem mal concebidos, que não consideram as características de toda a bacia hidrográfica onde foram implantados e, principalmente, os impactos que poderão advir com a urbanização posterior e intervenções realizadas sem estudos e dimensionamentos;
- Obstruções no curso d'água, tais como pontilhões, aterramentos, lançamento de resíduos variados (lixo).

Cabe destacar que, independente destes fatores, a ocorrência de enchentes raramente pode ser controlada, uma vez que elas dependem da quantidade de chuvas, principalmente daquelas concentradas que, em geral, não são previstas com muita antecedência. Esta condição de incerteza tende a se agravar, cada vez mais, devido à imprevisibilidade das mudanças climáticas e de sua combinação com os efeitos localizados sobre as áreas urbanas mais densas, responsáveis pelas “ilhas de calor”.

Nesse sentido, torna-se cada vez mais estratégica a opção de evitar a ocupação das áreas em que a vulnerabilidade e o grau de risco sejam sabidamente elevados, ou aqueles em que as conseqüências possam ser induzidas ou transferidas para jusante ou montante. Dentre os locais que se enquadram nesse ‘princípio da precaução’ estão as Áreas de Preservação Permanente em que se enquadram – e não por acaso – as *‘faixas non aedificandi’*. Vistas, muitas vezes, como uma exigência descabida nas áreas urbanas, é, justamente, aí que elas são mais imprescindíveis, na medida em que elas podem assegurar a prestação de alguns serviços ambientais, em meio ao maciço de construções, paralelamente, à redução do número de vítimas, constituídas pelos ocupantes dessas APPs.

As opções de políticas de resgate social dessas comunidades não podem incluir a sua fixação nesses locais de risco, em função dos seguintes fatores: a) baixa capacidade de provisão de infra-estrutura e habitação de interesse social pelo setor público, desde sempre deficitário, mesmo quando coloca essas questões como prioridade; b) os reduzidos resultados práticos do controle que é exercido sobre o cumprimento de normas de uso e ocupação do solo (atestado pelo próprio crescimento da cidade, sem limitações, além da própria presença das ocupações em áreas de risco) e, ainda, c) a elevada vulnerabilidade social inerente aos moradores de baixa renda.

O mapa de inundações, realizado no ano de 2003, adotou uma recorrência¹⁷ de aproximadamente 2 anos para indicar as principais inundações nas áreas urbanas do Município. Contém também pontos de alagamento e ocorrências de menor dimensão, principalmente na microdrenagem (travessias, tubos de águas pluviais, bocas de lobo obstruídos ou mal dimensionados) atendidos pela Defesa Civil. O mapa aponta as bacias mais críticas, definindo conseqüentemente o seu limite para absorver novos impactos gerados por ações e atividades humanas.

Pelo mapa é possível verificar que as bacias do Canal de Circunvalação, Baquirivu Guaçu e sub bacias contribuintes do rio Tietê são as que têm maior incidência de áreas inundáveis. Destas, a bacia do Baquirivu Guaçu é a que exige a maior atenção, uma vez que possui ainda grandes porções de áreas não ocupadas e contém as atuais frentes de expansão urbana. Por outro lado, como já foi visto, por apresentar porções compartilhadas com outro município (Arujá), essa bacia está sujeita a impactos que fogem do controle de Guarulhos.

Uma análise mais criteriosa deste mapa permite obter as seguintes conclusões sobre as incidências desses fatores no Município:

- os impactos das canalizações e retificações em Guarulhos são menores comparados com os outros municípios da RMSP, especialmente a capital, uma vez que o seu número é relativamente reduzido;
- os processos erosivos têm uma atuação mais intensa na bacia do Baquirivu Guaçu, onde as frentes de expansão urbana são maiores;
- a impermeabilização do solo constitui um fator de maior importância na bacia do Canal de Circunvalação, por ser mais urbanizada;
- os projetos e soluções improvisados são encontrados principalmente no Jd Presidente Dutra e na região do Pimentas, gerando graves problemas e tornando os custos de recuperação extremamente elevados;
- a ocupação e aterramento das várzeas, ocorrem de maneira generalizada na maioria dos cursos d'água na área urbana. Entre estes se destacam aqueles executados para a implantação do Aeroporto Internacional e ao longo do Canal de Circunvalação, especialmente na sua margem direita.



Figura 2.5.6. a – Foto de enchente na avenida Venturosa em Guarulhos.
Fonte: Defesa Civil de Guarulhos



Figura 2.5.6. b – Foto de enchente na avenida Jamil João Zarif, rio Baquirivu Guaçu.
Fonte: Defesa Civil de Guarulhos

As enchentes atualmente estão localizadas seja nas áreas centrais, como nas regiões periféricas. Muitas dessas áreas de risco são ocupadas por favelas, em áreas públicas, do estado ou temporariamente relegadas pelo setor privado (até que sua qualificação e valorização pelo investimento público as tornem atraentes).

Mapa: 2.5.6.: INUNDAÇÕES FREQUENTES E OCORRÊNCIAS DA DEFESA CIVIL

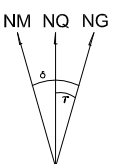
LEGENDA

- OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS ATENDIDAS PELA DEFESA CIVIL 1999 - 2002 - 402 CASOS
- OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS ATENDIDAS PELA DEFESA CIVIL 2003 E 2004 - 105 CASOS

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:

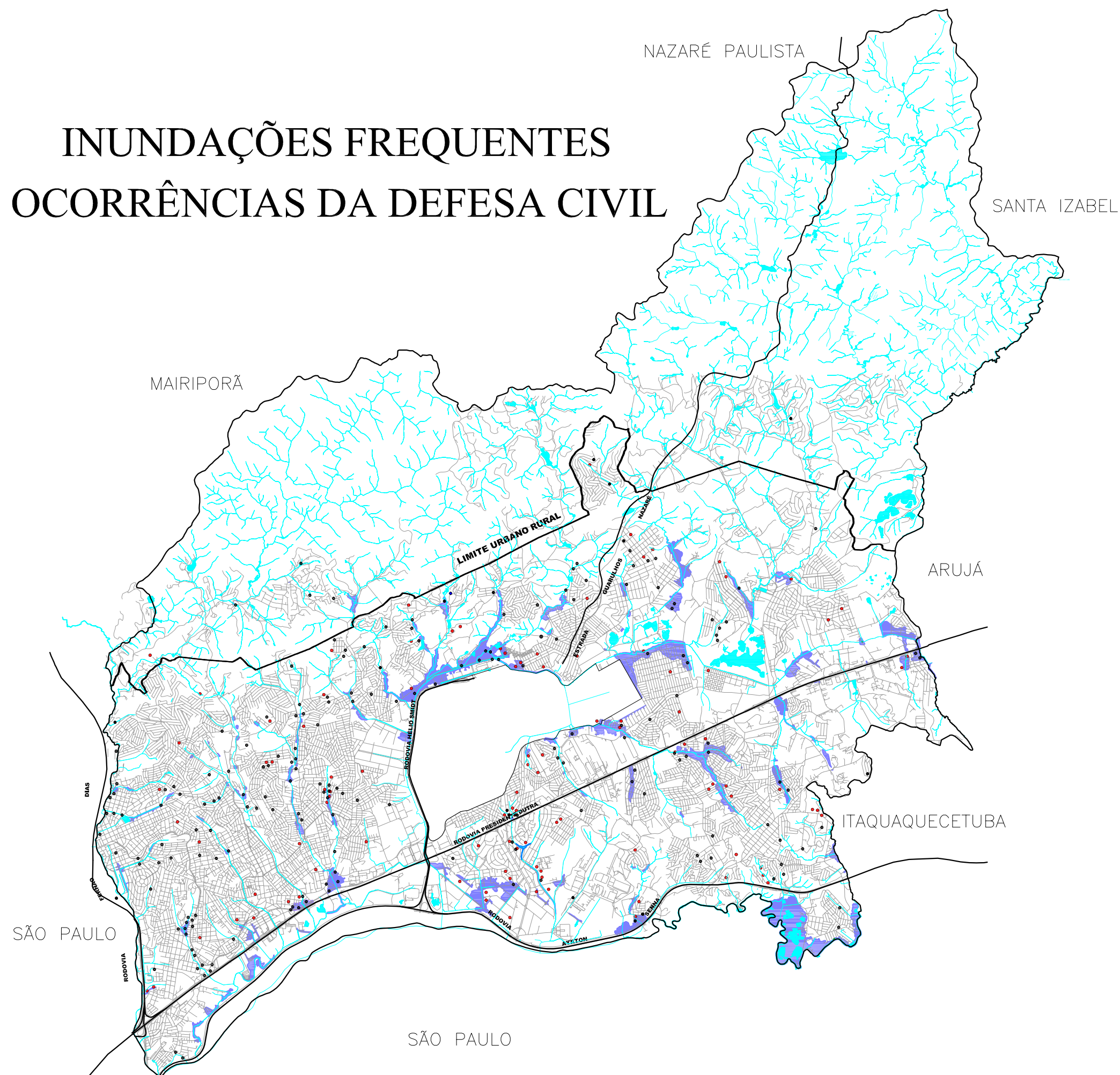


Escala:
1: 100.000

Escala Gráfica: 

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Departamento de Defesa Civil de Guarulhos

Áreas inundáveis: levantamento em campo com técnicos de órgãos e secretarias da Prefeitura, 2002 - 2003



2.5.7 Erosão e assoreamento

I. Suscetibilidade à Erosão

A potencialidade natural ou suscetibilidade à erosão expressam diferentes capacidades para o desenvolvimento de processos erosivos no Município; ou seja, a maior ou menor fragilidade dos terrenos para o desenvolvimento de processos erosivos, não sendo consideradas, portanto, as ações e intervenções humanas. Esta potencialidade natural depende de vários fatores, entre os quais a intensidade e distribuição das chuvas, a maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos (definidos isoladamente pelos tipos de solos e rochas) e pelas características topográficas ou o relevo da região. Considerando que as chuvas não apresentam grandes diferenças no âmbito do Município, a potencialidade natural foi definida a partir de dois atributos mais significativos do meio físico: a) maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos (erodibilidade) e b) formas de relevo (SANTOS e NAKAZAWA, 1993).

1. A erodibilidade, como já foi visto, depende, principalmente, dos tipos de rochas e solos (e o desenvolvimento pedológico), cujas unidades básicas estão representadas no Mapa 2.3.1.a. Geologia (Tipos de Rochas), descrito no item 2.3.1. Depende também, dos tipos de solos encontrados em camadas verticais, como mostram os cortes nas figuras 2.5.7.a.e 2.5.7.b..



Figura 2.5.7.a – Camada de solo superficial (mais escura) e de solo de alteração (mais clara) em rochas sedimentares Terciárias.
Fonte: Erosão e Assoreamento na RMSP – palestra apresentada pelo Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, Guarulhos, 2005.

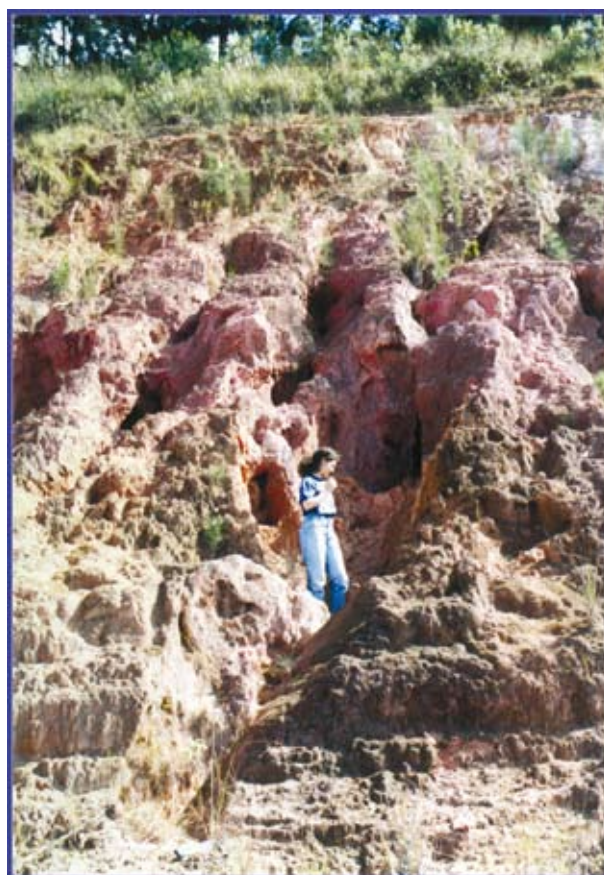


Figura 2.5.7.b – Camada de solo superficial e de alteração em rochas antigas e duras de idade Pré-Cambriana, também conhecidas como rochas cristalinas.

Fonte: Erosão e Assoreamento na RMSP – palestra apresentada pelo Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, Guarulhos, 2005.

Nesses cortes são identificadas duas camadas ou horizontes com características distintas, em função da transformação ou evolução, a partir da rocha preservada, até o seu estágio mais avançado:

- horizonte de solos superficiais encontrados em todos os tipos de rochas, caracterizados por serem mais argilosos, impregnados por óxidos de ferro, de cores normalmente avermelhadas (lateríticos) e mais resistentes à erosão;
- camada de solo de alteração, originada pelos processos de alteração e decomposição da rocha que lhe deu origem, com coloração mais clara, encontrada entre o solo superficial e a rocha sã (preservada) e muito mais erodível que o anterior.

Deste modo, combinando as camadas horizonte com os tipos de rochas (Terciárias ou Cristalinas), é possível distinguir quatro tipos de solos com características distintas do ponto de vista da erodibilidade.

- os superficiais dos sedimentos terciários (solos lateríticos);
- os superficiais das rochas cristalinas;
- os solos de alteração das rochas sedimentares terciárias; e
- os solos de alteração das rochas cristalinas.

Estudos realizados pelo IPT mostraram que os solos de alteração das rochas cristalinas têm erodibilidade cerca de 6 a 20 vezes maior, se comparados aos solos de alteração das rochas terciárias sedimentares e com os solos superficiais (IPT, 1993).

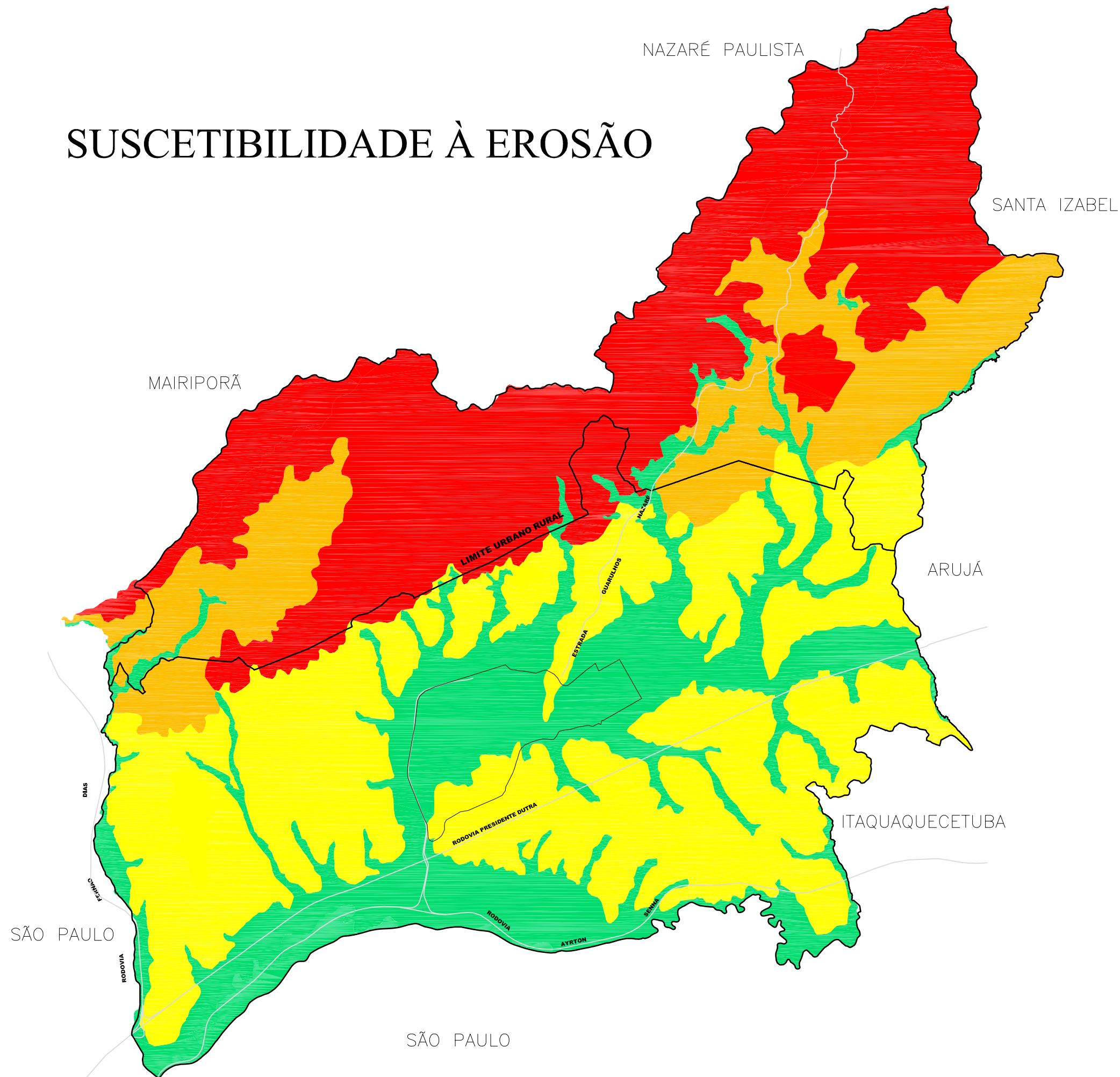
2. Os tipos de relevo (ver Mapa de Relevo 2.3.1.b), definem as diferentes formas de energia potencial para o desenvolvimento dos processos erosivos e determinam, por sua vez, a intensidade e a concentração das águas que escoam superficialmente. As unidades de relevo encontradas em Guarulhos, constam da tabela

Mediante a integração dos tipos de solos e rochas que caracterizam a erodibilidade dos terrenos, como foi visto, e as formas de relevo, é possível estabelecer compartimentos diferenciados com potencialidades ou suscetibilidades diferenciadas no desenvolvimento dos processos erosivos pelas ações e intervenções humanas. A tabela 2.5.7., contém os quatro graus de suscetibilidade caracterizados para o Município.

UNIDADES DE RELEVO	TIPOS DE ROCHAS E SOLOS	SUSCETIBILIDADE À EROSÃO
1. Planícies aluvionares (Relevo baixo e plano)	Areias variadas, argilas, cascalheiras fluviais, solos moles e orgânicos	MUITO BAIXA
2. Colinas em Rochas Sedimentares Terciárias e em Rochas Cristalinas (Relevos predominantemente suaves)	Solos de alteração em rochas sedimentares terciárias argilas e em menor proporção areias e argilas arenosas Solos de alteração em rochas cristalinas variando, desde predominantemente arenosos e areno-siltosos, até francamente siltosos	BAIXA (podendo localmente ser alta)
3. Morros baixos em rochas cristalinas (relevos moderados)	Solos de alteração em rochas cristalinas variando, desde predominantemente arenosos e areno-siltosos até francamente siltosos	ALTA
4. Morros Altos 5. Serras (relevo acidentado com maior rigor dos Morros Altos para as Serras)	Solos de alteração em rochas cristalinas variando, desde predominantemente arenosos e areno-siltosos até francamente siltosos	MUITO ALTA

Tabela 2.5.7 – Compartimentos com diferentes suscetibilidades natural à erosão.

SUSCETIBILIDADE À EROSÃO



Mapa: 2.5.7.a.: SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

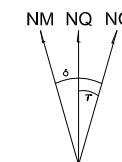
LEGENDA

- Muito Alta - Morros Altos e Serras.
- Alta - Morros Baixos.
- Baixa - Colinas e morrotes sedimentares e cristalinos.
- Muito Baixa - Planícies aluvionares.

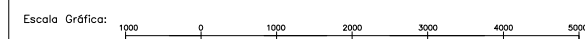
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
 K = 0,9998533126

Norte:



Escala:
1: 100.000



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente adaptado de ANDRADE, 2001.
 Laboratório de Cartografia - FFLCH/USP

Base: EMPLASA - Levantamento Aerofotogramétrico, Escala 1:50 000, 1979

O Mapa de Suscetibilidade à Erosão 2.5.7.a. (solos mais frágeis ao desenvolvimento de erosões) foi elaborado a partir dos compartimentos definidos na tabela 2.5.7. e mostram áreas mais ou menos críticas encontradas em todo o Município.

Ele mostra que as áreas mais acidentadas ocupadas por rochas cristalinas, situadas nos cursos superiores dos afluentes da margem direita do rio Baquirivu Guaçu, nascentes da Bacia do Canal de Circunvalação e curso superior do Cabuçu de Cima apresentam suscetibilidade muito alta.

Na Bacia do Baquirivu Guaçu, uma expansão urbana aumentaria a produção de sedimentos nas áreas afetadas, provocando, em consequência, uma grande ampliação do assoreamento nos seus cursos inferiores e no Rio Baquirivu Guaçu, agravando as enchentes ao longo do seu percurso e o transporte de sedimentos para a Barragem da Penha. Um aumento do assoreamento também se daria nos contribuintes da Bacia do Canal de Circunvalação e no Cabuçu de Cima, ambos já bastante degradados por este fator.

II. Áreas onde ocorrem os processos erosivos mais intensos no Município

A produção de sedimentos gerados por erosões nas áreas urbanas é significativamente maior que nas áreas rurais. As principais fontes de sedimentos estão nos movimentos de terra executados para a implantação de loteamentos, conjuntos habitacionais, obras viárias e empreendimentos comerciais e industriais e atividades de extração mineral.

As erosões iniciam-se com a supressão da cobertura vegetal, que cumpre um importante papel de proteção natural do terreno. No entanto, os movimentos de terra responsáveis pelas grandes alterações do relevo (cortes como para aterros, áreas de empréstimo etc.), cujas intervenções que não se limitam às camadas superficiais dos solos (solos superficiais) são os maiores responsáveis pela enorme produção de sedimentos no Município.

Os loteamentos, localizados principalmente nas áreas periféricas são executados freqüentemente com intenso movimento de terra, baseado no conceito de "terra arrasada", alterando condições de escoamento das águas pluviais, criando grandes áreas de solo exposto, formando extensas áreas submetidas a erosões.

Os processos erosivos atingem a máxima intensidade nos estágios iniciais de sua implantação e ocupação, reduzindo progressivamente com o aumento de sua ocupação e implantação da infra-estrutura, de modo que, quanto mais consolidada for a ocupação, menor é a produção de sedimentos. Nos terraplenos isolados (empreendimentos comerciais, industriais) os processos erosivos, normalmente, têm menor tempo de duração, restringindo-se praticamente ao período de execução das obras.

O Mapa 2.5.7.b. mostra as áreas do Município expostas a erosões constituindo as principais áreas fontes de produção de sedimentos, envolvendo loteamentos e terrenos com solo exposto, movimentos de terra e ocupações mais recentes nas áreas rurais.

A presença de extensas planícies aluviais no rio Tietê, Canal de Circunvalação e do Baquirivu Guaçu com extensas várzeas e brejos tem tornado freqüente a prática de aterramentos, favorecendo a ocorrência posterior de erosões, redução de várzeas e todos outros efeitos ambientais negativos.

III. Assoreamento¹⁸

As erosões estão intimamente associadas ao assoreamento: enquanto que os primeiros representam a fonte de sedimentos, o segundo consiste no seu destino final, provocando o entulhamento das calhas dos cursos d'água, lagos naturais ou represas.

Em Guarulhos, as erosões em áreas urbanas constituem o principal fator responsável pelas inundações em muitos cursos d'água, como na maioria dos afluentes e no curso principal do Rio Baquirivu Guaçu, promovendo a redução da capacidade de escoamento das águas e contribuindo para a degradação da qualidade de suas águas.






As erosões geram outros efeitos danosos para o Município, como a necessidade de executar serviços de desassoreamento¹⁹ com custos bastante elevados e as enormes dificuldades para proceder à disposição final destes materiais, em grande parte contaminados pelos poluentes encontrados nas águas.

Estudos realizados pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulico - FCTH, em 1991 e 1992 (citado por DAEE, 2002), no Rio Baquirivu Guaçu, estimaram a sua descarga sólida total transportada em, aproximadamente, 1.215.000 m³/ano²⁰. Deste total, cerca de 850.000 m³/ano, ou 170.400 caminhões, são transportados pelo Rio Baquirivu Guaçu para o Tietê, por ano.²¹

A maior parte dos sedimentos que chegam ao Rio Baquirivu Guaçu e que consistem na maior fonte de produção de sedimentos do Município decorrem da expansão urbana nas sub-bacias da sua margem direita, com destaque para as do Lavras, Tanque Grande e Araçau, especialmente a primeira, onde está localizado o loteamento "Fortaleza". A sub-bacia do Lavras, embora conte com urbanizações periféricas em expansão, tem seus sedimentos retidos nas antigas cavas formadas pelas atividades de extração mineral.

Mapa: 2.5.7.b.: ÁREAS SUJEITAS À
PROCESSOS EROSIVOS

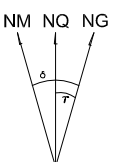
LEGENDA

-  *Erosões em áreas acima de 1 ha
-  **Loteamento desocupado
-  **Movimento de terra e solo exposto
-  ***Expansão do adensamento urbano de 1978 à 2002
-  ***Ocupações em área rural de 1978 à 2002

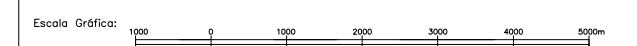
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJÁ - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

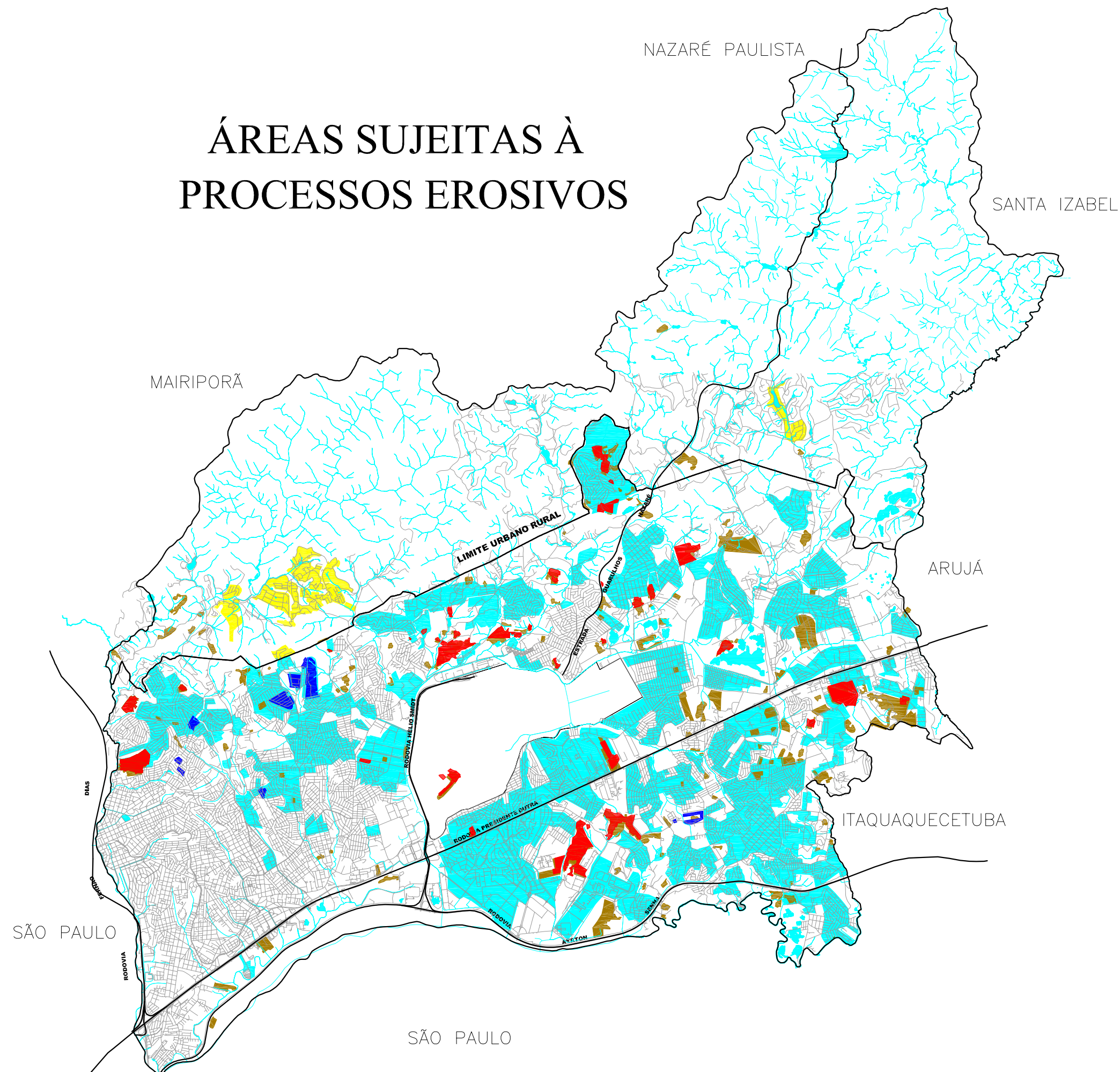
Norte:



Escala:
1: 100.000



Fonte: *Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos
**Mapa de Uso e Ocupação do Solo da RMSP e
Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, EMPLASA, jun/2005
***Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos



ÁREAS CONTAMINADAS E COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO



Mapa: 2.5.9.a.: ÁREA CONTAMINADAS E COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

LEGENDA

1. ÁREAS CONTAMINADAS (CETESB/2006)

- Postos de Combustível
- Depósitos/vazamentos

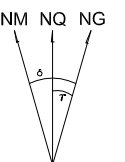
2. ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS

- ⊙ Postos de combustível
- ⊕ Cemitérios
- ⊗ Aterros sanitários (em operação)
- ⊗ Aterros clandestinos (fora de operação)
- ▶ Depósitos de resíduos diversos (vistoriados)
- ▶ Depósitos de resíduos diversos (não vistoriados)
- ~ Oleodutos
- ~ Querodutos
- Minerações
- Áreas com indústrias diversas

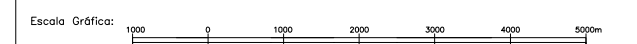
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
 K = 0,9998533126

Norte:



Escala:
1: 100.000



Fonte: "Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo" – CETESB/2007

IV. Composição dos materiais assoreados

Amostragens realizadas pela FCTH (citado por IPT, 1992) em trechos dos rios Tietê e Pinheiros acusaram uma composição de apenas 5% em peso de lixo e detritos urbanos variados (madeira, plásticos, papéis, couros, lonas, borrachas / pneus, vidros, latas tecidos, restos vegetais etc.) e o restante corresponde a sedimentos gerados por processos erosivos, juntamente com resíduos de construção civil, cuja separação não pode ser feita.

Esta percentagem certamente não é a mesma nos cursos d'água de Guarulhos, contribuintes do Rio Tietê, posicionados a montante e muito mais próximos das fontes geradoras. No entanto, ela é indicativa da predominância marcante de sedimentos na composição dos materiais assoreados. Mesmo que a percentagem de lixos e resíduos variados seja menor, seus efeitos sobre a qualidade das águas é extremamente danosa. Esta informação serve também para esclarecer o papel que desempenham os resíduos (lixo) no entulhamento dos corpos d'água e, conseqüentemente, nas enchentes.

2.5.8 Resíduos Sólidos

A urbanização tende a gerar grande quantidade resíduos sólidos de origem e composições diversas, que contribuem, significativamente, para a poluição dos corpos d'água, como foi visto. A maior ou menor capacidade de afetar a qualidade das águas depende, de um modo geral, de um bom gerenciamento dos serviços de limpeza propriamente dito (coleta, transporte de lixo domiciliar e hospitalar, varrição, capinação, remoção de animais mortos, limpeza de córregos, entre outros) e dos serviços de tratamento e de disposição final. Cabe lembrar que o gerenciamento dos resíduos sólidos só pode ser eficiente se contar com a colaboração efetiva da população.

Os resíduos originados por atividades industriais, em grande parte considerados tóxicos, quando dispostos de forma inadequada são extremamente prejudiciais à qualidade das águas. Os entulhos (resíduos da construção civil, solos de escavações etc.), normalmente classificados como "inertes", embora não tendem a afetar a qualidade das águas na mesma intensidade que o lixo orgânico, muito podem contribuir para o assoreamento dos cursos d'água e, conseqüentemente, para as inundações.

Nos últimos anos, vem ocorrendo um visível aumento do descarte de embalagens plásticas ("PETs" e outros tipos) com grande resistência à degradação, que acabam alcançando os cursos d'água, contribuindo para obstruções localizadas.

De acordo com o Departamento de Serviços Públicos, responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos de Guarulhos, a coleta de lixo abrange, praticamente, toda a área urbana do Município, incluindo as favelas e, em particular, aquelas localizadas na beira de córregos. Para os materiais inertes, o Município conta com um programa específico, baseado em Pontos de Entrega Voluntária – PEVs. Não obstante esses serviços, ainda ocorrem significativos despejos clandestinos, tanto de lixo como de entulho, dispersos em diferentes pontos da cidade, principalmente próximo às vias públicas, além de descartes diretos nos corpos d'água, de resíduos domésticos e de entulhos.

2.5.9 Áreas contaminadas e vulnerabilidade de aquíferos

O diversificado parque industrial de Guarulhos, composto por grande número indústrias com altas concentrações de produtos químicos e atividades que geram produtos e efluentes perigosos (metalúrgica, mecânica, auto-peças, química, farmacêutica e distribuição de combustíveis), exige uma atenção especial na gestão deste setor, pelo seu elevado potencial de contaminação. Contribuem também para esse potencial os serviços de estocagem subterrânea de combustíveis (entre os quais os postos de gasolina, disseminados pela cidade), além da extensa área urbanizada sem tratamento de esgotos, do lançamento de efluentes industriais fora de controle e das descargas clandestinas de resíduos sólidos.

As contaminações podem atingir o solo, as águas superficiais e subterrâneas, representando sério risco à saúde pública e aos ecossistemas. De acordo com os critérios definidos pela CETESB (Manual de Gerenciamento de Águas Contaminadas, CETESB, 2001), pode ser feita uma graduação no processo de classificação das áreas contaminadas, em 3 tipos:

1. Área Potencialmente Contaminada: terrenos onde foram ou estão sendo desenvolvidas atividades potencialmente contaminadas, que podem causar danos e/ou riscos aos bens a proteger;
2. Área Suspeita de Contaminação: local onde existe suspeita de contaminação do solo e das águas

subterrâneas e/ou outros compartimentos do meio ambiente, não tendo sido feito ensaios e estudos para sua comprovação; e

3. Área contaminada: terreno em que foi comprovada por ensaios a existência de contaminações, que podem provocar danos e/ou riscos aos bens existentes na própria área investigada ou em seus arredores.

Os conceitos utilizados envolvem, portanto, não somente a presença de poluentes, mas também a existência de danos ou riscos aos bens a proteger, como os solos, as águas subterrâneas e a saúde das comunidades afetadas. Durante muito tempo, o solo foi, na prática, considerado um meio capaz de receber, de forma ilimitada, as substâncias nocivas (lixos, resíduos industriais e outros), confiando-se na sua capacidade de autodepuração. Hoje, sabe-se que esta avaliação é equivocada, e que gerou um passivo ainda desconhecido na sua real dimensão.

O Mapa 2.5.9.a. identifica no Município as áreas potencialmente contaminadas e aquelas já comprovadas, por parte da Prefeitura (Secretaria de Meio Ambiente) e da CETESB, que podem ser classificadas em quatro categorias:

1. Áreas contaminadas por armazenamento de combustíveis em postos de gasolina, de acordo com levantamento efetuado pela CETESB (2006);
2. Áreas potencialmente contaminadas, onde ocorreram descargas de resíduos variados, disposição de resíduos industriais, aterros industriais ou químicos, áreas abandonadas por antigas atividades de extração mineral (areia e pedreira) e regiões de concentração de indústrias;
3. Áreas potencialmente contaminadas pela presença de fontes projetadas para reter substâncias durante o seu transporte, ou fontes enterradas: oleodutos, querodutos, cemitérios; e
4. Áreas potencialmente contaminadas nos locais de concentração industrial.

Vulnerabilidade de aquíferos²²

A vulnerabilidade dos aquíferos à poluição depende de vários fatores, principalmente a composição dos solos e rochas e sua interação da água infiltrada, profundidade do nível d'água, entre outros. Ou seja, o critério de vulnerabilidade aqui adotado, envolve a capacidade de resistir às formas de contaminação. De modo geral, os sedimentos Quaternários são mais vulneráveis à poluição (alta vulnerabilidade).

Os sistemas aquíferos de Guarulhos estão sujeitos à degradação progressiva, diante das inúmeras fontes de poluição presentes, decorrentes das precárias condições de coleta de esgoto e das potenciais fontes geradas pelas atividades industriais.

De modo geral, no sistema aquífero sedimentar o risco de poluição às águas subterrâneas é maior, particularmente nas áreas de ocorrência dos sedimentos aluvionares Quaternários, cuja vulnerabilidade é alta (mapa 2.5.9.b.). Por outro lado, no sistema aquífero cristalino, as águas subterrâneas estão mais protegidas (média baixa – baixa), devido principalmente à presença de uma cobertura de solo (manto de intemperismo).

Os pontos de despejos de esgotos não tratados e as áreas contaminadas e com potencial de contaminação (mapa 2.5.9.a.) estão localizadas justamente nas regiões mais vulneráveis (alta, média alta e média), fazendo com que as águas subterrâneas fiquem mais expostas a uma deterioração progressiva.

2.5.10 Poluição das águas e risco à saúde

I. Esgotos

O Município de Guarulhos possui um sistema de coleta de esgotos implantado de forma parcial e descontínua, fazendo com que, praticamente todo o esgoto produzido no Município seja lançado nos corpos d'água superficiais ou em galerias pluviais, sem nenhum tipo de tratamento. Ou seja, a taxa de tratamento de esgoto é nula e existem mais de 245 mil metros de ruas desprovidas de redes coletoras (SAAE, 2004). A Tabela 2.5.10 contém uma síntese do sistema de esgotamento sanitário do Município.

O Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo (Cetesb, 2006) contém os resultados do IQA – Índice de Qualidade das Águas, apresentando a análise de quatro pontos de coletas bimestrais durante o ano de 2006 no município, sendo um no rio Baquirivu Guaçu divisa com Arujá, um no rio Tietê à montante da foz do Baquirivu Guaçu e um no córrego Tanque Grande próximo à sua cabeceira, tendo como resultados a tabela 2.5.10.b:

Categoria	Economias ativas de esgoto	Contribuição de esgoto (m³/mês)	Contribuição de esgoto por economia (m³/econ./mês)
Residencial	216.807	2.996.926	13,82
Comercial	16.566	3190.095	19,26
Industrial	1.446	106.488	73,64
Total	235.401	3.506.338	14.90

Tabela 2.5.10.a – Situação dos esgotos em Guarulhos.
Fonte: Relatório Final e Síntese Multidisciplinar – Plano Diretor de Esgotos de Guarulhos, SAAE, 2004.

Resultados mensais e médias anual do IQA - 2006														
CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BQGU03300	Rio Baquirivu Guaçu	42		33		39		55		13		13		32
CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	64		59		64		67		60		53		61
DUVA04900	Rio Aricanduva	22		25		20				14		15		19
JQUU00900	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	82		83		81		83		91		84		84
JQRI03800	Rio Juqueri	31		31		25		23		18		27		26
NINO04900	Ribeirão dos Meninos	19		41		13		18		17		18		21
PINH04100	Rio Pinheiros	37		22		44		23		21		11		26
PINH04900	Rio Pinheiros	14		16		12				14		15		14
TAMT04500	Rio Tamanduateí	17		38		15		16		15		15		19
TAMT04900	Rio Tamanduateí	14		16		14				14		14		14
TGDE00900	Reservatório do Tanque Grande	77		79		85		86		82		77		81
TIES04900	Reservatório Edgard de Souza	18		16		15		13		14		14		15
TIET04150	Rio Tietê	26		29		16		18		13		17		20
TIET04170	Rio Tietê	30		24		19		15		14		15		20
TIET04180	Rio Tietê	22		26		16		20		12		14		18
TIET04200	Rio Tietê	15		16		16		16		15		20		16
TIPI04900	Reservatório de Pirapora	18		18		17		17		15		14		17

Classificação



Ótimo



Boa



Regular



Ruim








Péssima

Tabela 2.5.10.b – Qualidade dos corpos d'água em Guarulhos: rios Tietê e Baquirivu Guaçu e Reservatório do Tanque Grande.
Fonte: Relatório de Qualidade de Águas Interiores do Estado de São Paulo, Cetesb 2006

Mapa: 2.5.9.b.: VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS

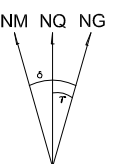
LEGENDA

-  **ALTO**
Sedimentos Quaternários.
-  **MÉDIA ALTA**
Espigões divisores de água em Sedimentos Terciários.
-  **MÉDIA**
Sedimentos Terciários.
-  **MÉDIA BAIXA**
Rochas Cristalinas (Composição Granítica)
-  **BAIXA**
Rochas Cristalinas (Filitos, micaxistos, anfíbolitos)
-  Falha indiscriminada

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
MERIDIANO CENTRAL - 45°
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
VARIÇÃO MENSAL = -0,37"
K = 0,9998533126

Norte:



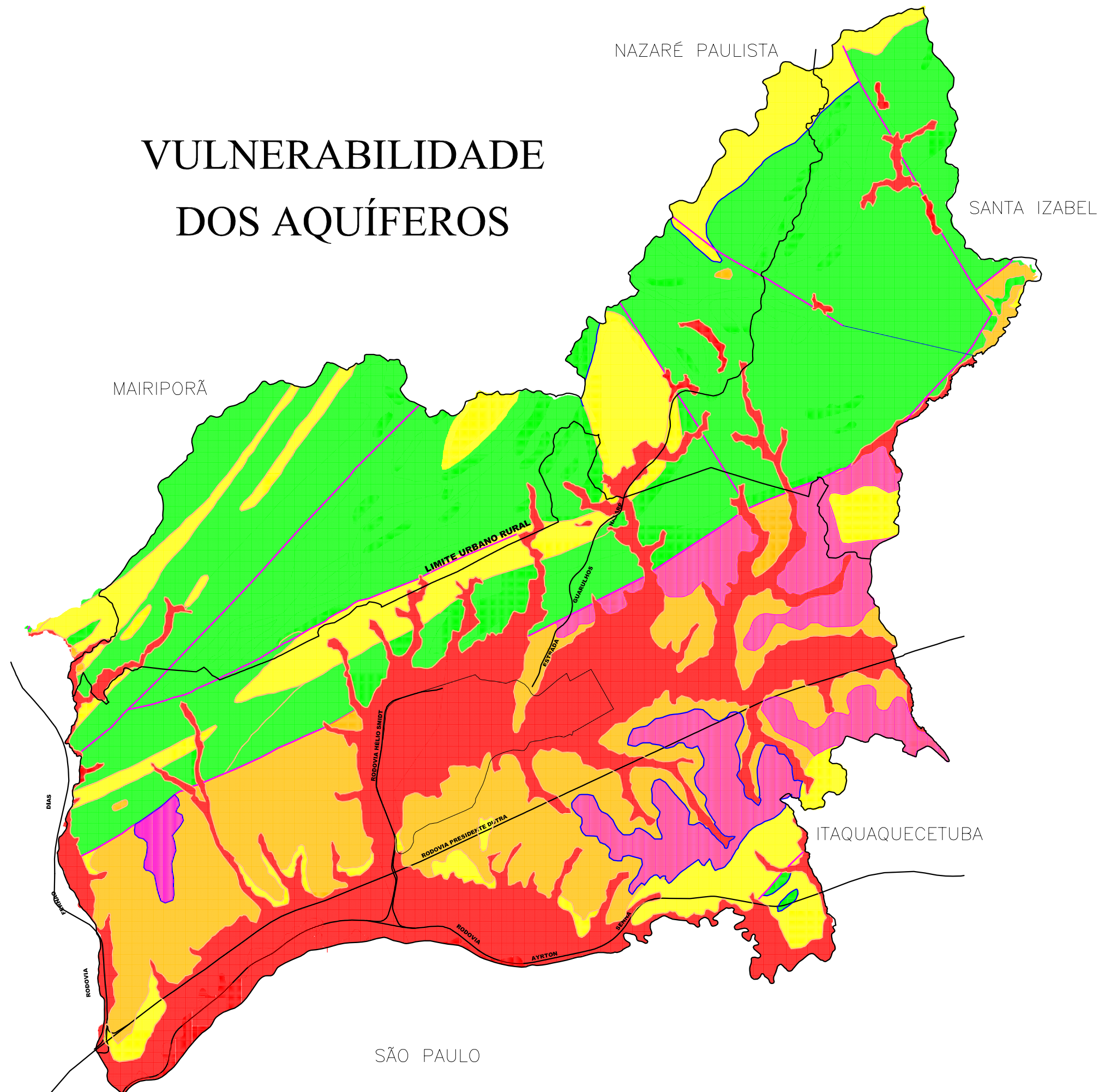
Escala:
1:100.000

Escala Gráfica: 

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente adaptado de HIRATA, 2001.

Laboratório de Cartografia - FFLCH/USP

Base: EMPLASA, Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo
Escala 1:50 000, 1979.



II. Leptospirose

A Leptospirose é uma doença infecciosa, causada por uma bactéria encontrada na urina dos ratos, transmitida, na maioria das vezes, através do contato com as águas, a lama trazida pela enchente, os alimentos, ou mesmo pelo solo contaminado por animais portadores do leptospira. A bactéria penetra no corpo pela pele, com ou sem ferimentos. Entre os animais transmissores, além dos roedores (ratos) que são os maiores responsáveis, também pode ocorrer a difusão da doença por bovinos, eqüinos, cães e animais selvagens. A leptospirose constitui um problema de saúde pública, associado, principalmente à falta de controle de ratos e más condições de higiene, agravadas, principalmente, pela presença de água ou lama contaminadas, normalmente por enchentes.

O Departamento de Higiene e Proteção da Saúde (Divisão de Epidemiologia), responsável pelo controle da doença no Município registrou 129 casos notificados (para esse departamento do Município de Guarulhos), durante todo o ano de 2006, além de outros 11 que foram contraídos fora do Município, como mostra a Tabela 2.5.10.b., a seguir e respectiva Figura 2.5.10. (gráfico), que ilustra os dados apresentados. Esses casos foram provocados por vários tipos de contaminações ou situações de risco.

Mês	Autóctones	Importados
Jan	10	3
Fev	22	3
Mar	39	3
Abr	23	1
Mai	4	0
Jun	3	0
Jul	2	0
Ago	7	1
Set	8	0
Out	5	0
Nov	1	0
Dez	5	0
TOTAL	129	11

Tabela 2.5.10.c – Casos de Leptospirose²³ no município de Guarulhos no ano de 2006, segundo classificação.
Fonte: Prefeitura de Guarulhos — Secretaria de Saúde – DHPS – DTE – SINANW.

Casos de Leptospirose no município de Guarulhos no ano de *2006, segundo classificação

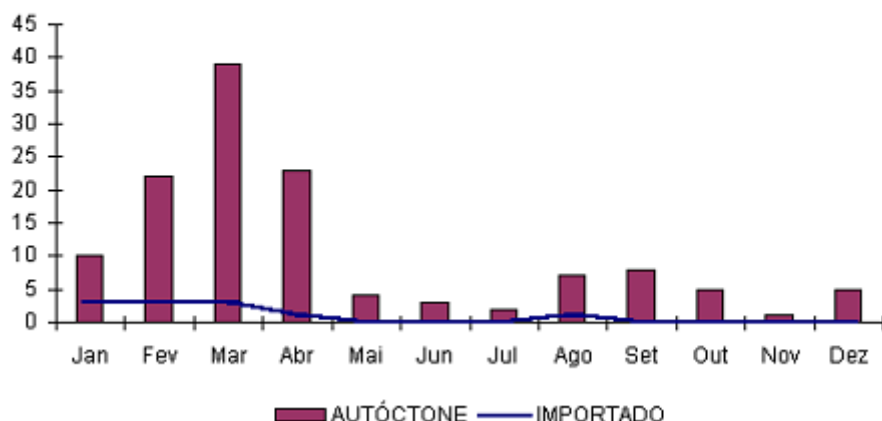


Figura 2.5.10 – Casos de Leptospirose.
Fonte: Prefeitura de Guarulhos — Secretaria de Saúde – DHPS – DTE – SINANW.

A tabela e a figura mostram, também, que as maiores incidências da doença ocorrem nos meses de dezembro a abril, período de chuvas. Registram também que, mais de 47% das ocorrências notificadas na Vigilância Sanitária da Prefeitura se deram por contato com as águas de enchentes, normalmente o principal fator responsável.

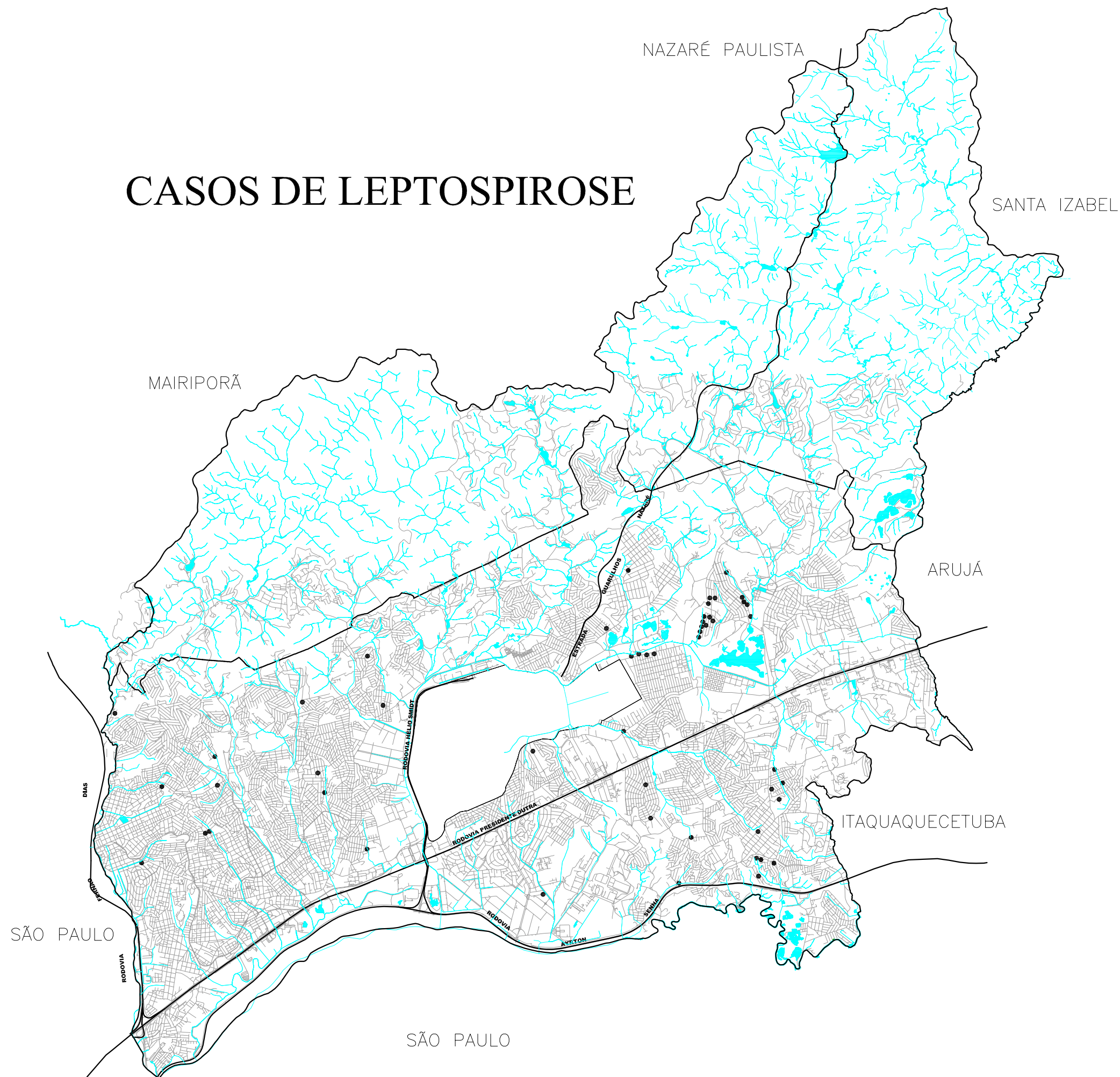
Os casos de leptospirose gerados, unicamente, por contaminações em áreas inundáveis nas sub-bacias hidrográficas de Guarulhos, estão representados no mapa e tabela, a seguir apresentados.

Situação de risco	Autóctone	
	n.casos	%
água de rio, córrego, lago, mangue	8	6,20
água e ou lama de enchente	61	47,29
entulho, lixo	5	3,88
fossa, esgoto	1	0,78
limpeza de caixa d'água	1	0,78
terreno baldio	2	1,55
Roedores	51	39,53
TOTAL	129	100,00

Tabela 2.5.10.d – Dados parciais de 2006 até 08/03/2007 de casos de Leptospirose por situação de risco em Guarulhos no ano de 2006.
Fonte: Prefeitura de Guarulhos — Secretaria de Saúde – DHPS – DTE – SINANW.

O mapa de caso de leptospirose 2.5.10 mostra, ainda, bacias críticas que exigem ações preventivas de saneamento, destacando-se, especialmente, aquelas encontradas na região do Bairro Ponte Alta e na ocupação Anita Garibaldi (Bacia do Córrego Guaraçu).

CASOS DE LEPTOSPIROSE



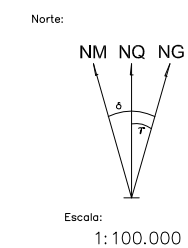
Mapa: 2.5.10.b.: CASOS DE LEPTOSPIROSE

LEGENDA

- Casos de leptospirose 2006

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUJÁ - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
 K = 0,9998533126



Fonte: Secretaria da Saúde de Guarulhos,
 Divisão de Epidemiologia, ocorrências do ano de 2006

2.5.11 Ilhas de calor

A ocorrência de Ilhas de calor é consequência do aumento da temperatura do meio ambiente devido à absorção da energia solar pelas áreas impermeáveis, constituídas predominantemente de concreto e asfalto. Trata-se, portanto, de uma indicação de alteração do micro clima provocada pelas áreas mais urbanizadas da cidade.

O aumento da temperatura nas áreas de concreto e, principalmente, asfalto que tem coloração mais escura também cria condições para a formação de movimentos ascendentes de ar quente, provocando um aumento das chuvas mais intensas e de curta duração.

O mapa Ilhas de Calor (Temperatura da Superfície) aponta a existência de manchas com maior temperatura, próximo ao Aeroporto e no centro da cidade, coincidindo com as maiores índices de chuvas. Aponta que as áreas mais frias encontradas nas porções mais florestadas já possuem indicações de alterações incipientes de calor. Mostra, também, como a barreira formada por matas, submetida a um processo de degradação ao Norte, funciona como um anteparo para a poluição transportada pelos ventos que sopram, preferencialmente, de Sudeste para Noroeste.

Em síntese, o mapa sugere uma relação entre o aumento da poluição e o de temperatura em “ilhas” da cidade e seus efeitos na alteração do regime de chuvas e na degradação da vegetação.

2.5.12 Planos, projetos e empreendimentos interferentes nas condições de drenagem

I. Intervenções realizadas

Guarulhos não fugiu à regra da canalização e retificação de córregos, normalmente, efetuada em trechos parciais dos corpos d'água, acompanhando o avanço da urbanização nas suas bacias hidrográficas. Os efeitos deste tipo de intervenção na calha dos cursos d'água são bastante conhecidos: aumento da velocidade de escoamento das águas, transferindo as enchentes para outros locais a jusante, ao longo do mesmo curso d'água, ou de seus afluentes.

Assim, essas intervenções constituem um dos principais fatores responsáveis pelo aumento das vazões de pico e, conseqüentemente, das inundações em muitas áreas urbanas. Essas obras, em muitos casos, produziram aumentos de vazões superiores em até dez vezes, se comparados às condições naturais (Campana e Tucci, 1994). Em Guarulhos, as intervenções nos cursos d'água apresentam as seguintes características:

1. Bacia do Canal de Circunvalação - Margem direita nas áreas urbanizadas mais antigas do Município: foram canalizados, parcialmente, segmentos dos cursos d'água, baseados em diferentes critérios de dimensionamento, em forma de galeria ou canal aberto, alguns acompanhados de avenidas de fundos de vale ao longo dos córregos Japoneses/Cocaia, Cubas, Cavalos, Queromanos e Itapegica. Esses tributários interceptam a Rodovia Presidente Dutra, preponderantemente através galerias, implantadas, progressivamente, em função do aumento das vazões de cheias geradas pela expansão urbana. Atualmente, essas galerias não atendem mais às maiores vazões, provocando extravasamentos frequentes (DAEE, 2002-2), conforme pode ser visto no Mapa de Inundações Frequentes e Ocorrências da Defesa Civil – 2.5.6. Os próprios canais e galerias desses córregos também têm se mostrado insuficientes para conduzir as vazões de pico, gerando, também, enchentes periódicas, como pode ser visto no Mapa Bacias e Sub Bacias Hidrográficas e Inundações – 2.3.1. O canal de Circunvalação que recebe as águas desses afluentes (construído na margem direita do Tietê), também não possui capacidade de escoar as maiores vazões de cheias, estando sujeito a inundações frequentes.
2. Bacia do Cabuçu de Cima – Margem Esquerda: canalizado num extenso trecho de mais de 10km, desde a foz do Tietê até próximo ao córrego Calixto (margem esquerda no Município de Guarulhos), nos anos de 1998 até 2001. A obra foi executada mediante uma combinação de seções trapezoidais e retangulares, sem que tenha sido removido todo o material escavado para abertura do novo canal e nem concluídos os serviços de desassoreamento. Isto quer dizer que ela não pode ser considerada uma obra terminada. A sua calha continua recebendo grandes quantidades de sedimentos gerados por processos erosivos, que vai reduzindo sua capacidade de escoamento. Parte de seus afluentes da margem esquerda (Córrego Favela São. Rafael, Zaporá, Jacinto, Ana Rita e do Curtume) foram parcialmente canalizados com diferentes critérios de dimensionamento, executados tanto em forma fechada (tamponada) ou aberta, como mediante a combinação dos dois sistemas. Nestes contribuintes, em geral, feitos com capacidade menor que o necessário (sub-dimensionados), são encontradas áreas inundáveis, causadas pela falta de adaptação do novo nível do rio canalizado em relação aos seus afluentes. Na margem direita (Município de São Paulo) os afluentes canalizados recentemente,

NAZARÉ PAULISTA

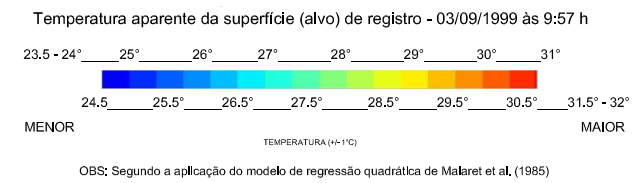


ILHAS DE CALOR (TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE)

SANTA IZABEL

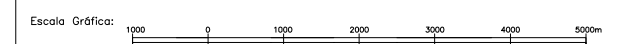
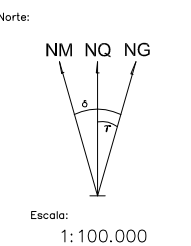
Mapa: 2.5.11.: ILHAS DE CALOR
(TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE)

LEGENDA

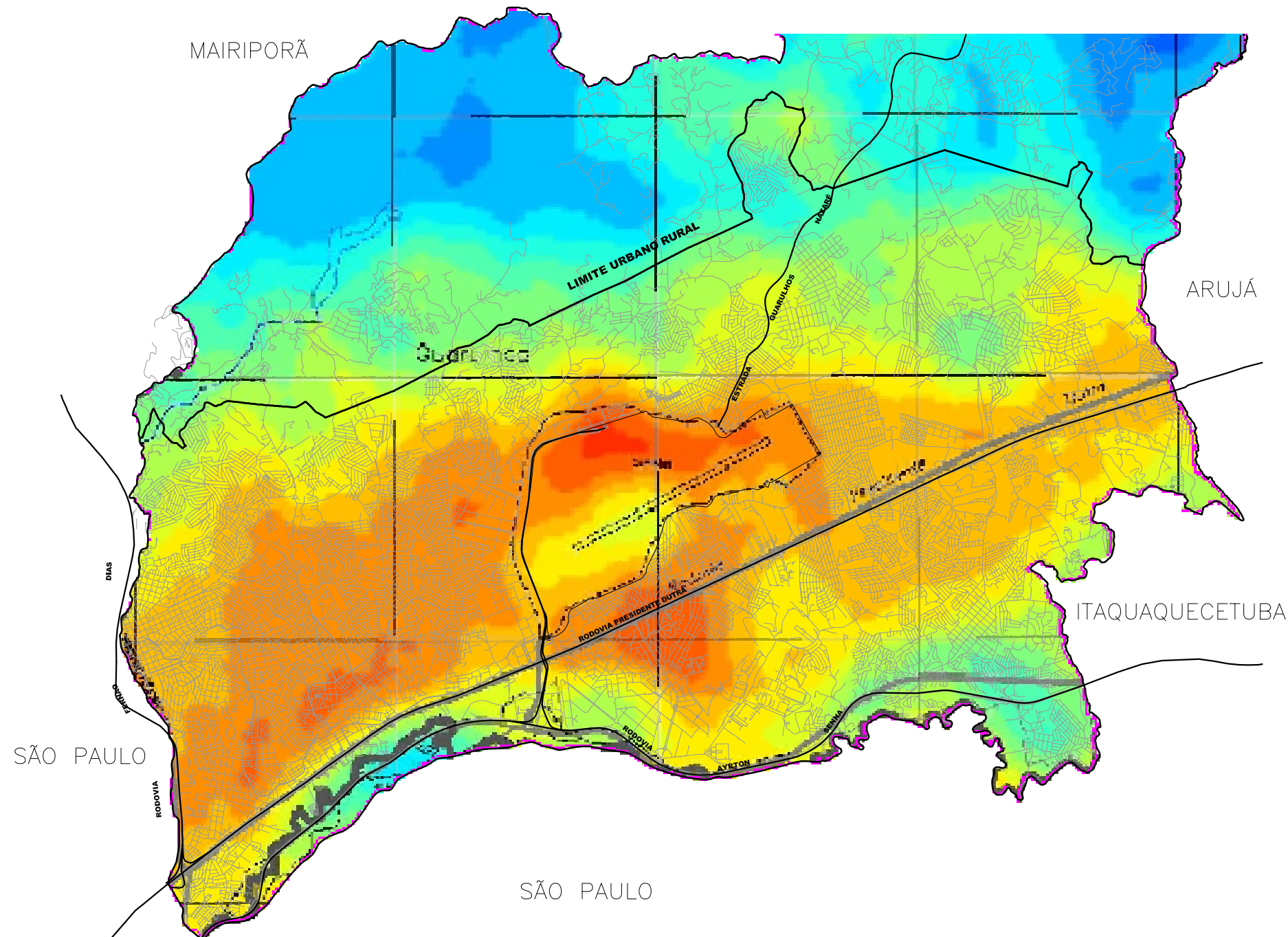


PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUJA - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23.946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0.37"
 K = 0.9998533126



Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo
 Banda termal (TM6+) do satélite Landsat 7 ETM+, CENA de 03/09/1999
 Processamento: SVM/ATLAS



como o córrego Tremembé, tendem a provocar vazões significativas que podem atingir o limite da capacidade do rio Cabuçu de Cima.

3. Bacia do Baquirivu Guaçu (DAEE, 2002-1) – A retificação e canalização do curso inferior deste rio, juntamente com trechos dos seus afluentes, o Baquirivu Mirim e o Cocho Velho, e as obras de aterramento de suas planícies de inundação, para a implantação do Aeroporto Internacional de Guarulhos, produziram significativos impactos no sistema natural de drenagem, transferindo as cheias naturais para o seu entorno. O mesmo rio, no trecho próximo ao aeroporto até a divisa com Arujá e, mais recentemente, em um segmento localizado no próprio município vizinho, numa extensão de 4.700 m, foi submetido à canalização, transferindo vazões significativas. Essas vazões têm impactado o Município de Guarulhos, gerando enchentes periódicas na região do Aracília, com efeitos em seu afluente, córrego Taboão (margem esquerda). Este e o Ana Mendes passam sob a rodovia Presidente Dutra e, em períodos de chuvas intensas paralisam esta rodovia, (ver mapa Bacias e Sub Bacias Hidrográficas e Inundações 2.3.1.).
4. A Prefeitura de Guarulhos concluiu a canalização do trecho final do córrego Taboão (de mesmo nome do anterior), localizado na sua margem direita.
5. Bacia de contribuintes do Tietê – Nesta bacia, os seus cursos d'água não sofreram canalizações extensivas, existindo apenas intervenções localizadas, como nas travessias sob a Rodovia Ayrton Senna (córregos Ana Maria e Pedrinhas), cuja capacidade é insuficiente quando as chuvas são muito intensas, provocando extravasamentos.

II. Intervenções propostas

Estudos para definição de medidas, principalmente obras, para o enfrentamento de enchentes foram realizados pelo DAEE nas bacias do Baquirivu Guaçu e do Canal de Circunvalação, fazendo parte do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT (DAEE, 2002-1 e DAEE, 2002-2). As propostas envolveram, fundamentalmente, reservatórios de detenção e retenção, destinados ao amortecimento de picos de cheias e para retenção de sedimentos e resíduos sólidos, (ver Mapa de Reservatórios Propostos e Canalizações Existentes 2.5.12.a.).

1. Para a Bacia do Baquirivu Guaçu foram definidos, para uma primeira etapa, 20 reservatórios destinados a atender um período de retorno²⁴ de 10 anos e para a segunda etapa, 10 reservatórios para um retorno de 25 anos, com custos estimados (incluindo desapropriações e custos sociais, nos valores da época), respectivamente, de R\$ 146,6 milhões e R\$ 66,8 milhões. Fazem parte das intervenções a execução de obras de melhoria e canalizações nos cursos principais do rio Baquirivu Guaçu, envolvendo R\$ 66 milhões, totalizando R\$ 281,4 milhões. Os reservatórios propostos e sua capacidade foram definidos a partir de uma premissa de expansão urbana e adensamento demográfico, baseada em previsões de taxa de crescimento de 2,60% e 2,16%, ao ano (2000-2020), respectivamente, para Arujá e Guarulhos, totalizando uma população de 1.745.032 habitantes para toda a bacia hidrográfica naquele ano (2020). De acordo com estas projeções foi admitida uma expansão urbana para a bacia do Baquirivu Guaçu até o limite de 500m acima do traçado previsto para o Rodoanel. Acompanham os estudos recomendações e orientações de planejamento e gestão destinados a orientar os organismos públicos e privados intervenientes a implantarem políticas públicas relacionadas à drenagem urbana.
2. Para a Bacia do Canal de Circunvalação foram adotados os mesmos parâmetros daqueles aplicados à Bacia do Baquirivu Guaçu, estimativa de área impermeável da bacia para o ano 2020, considerando uma densidade populacional de 144hab./ha e uma taxa de crescimento de 2,16% ao ano. Foi prevista a implantação de 3 reservatórios, localizados ao longo do Canal de Circunvalação, localizados na área de Preservação Ambiental do Parque Ecológico do Tietê, para atender a um período de retorno de 25 anos. Foram propostos, também, a ampliação do Canal de Circunvalação e das calhas dos córregos Itapegica, Cavalos, Cubas e dos Japoneses no seu trecho final, entre a Rodovia Presidente Dutra e aquele canal, para atender ao aumento de vazões previstas. Todas estas obras consideraram o controle de vazões ao longo do Canal de Circunvalação, com o objetivo de limitar a descarga no rio Tietê e não contribuir para suas inundações na capital. Os custos dos reservatórios foram estimados em R\$ 34,1 milhões, as ampliações das contribuintes em R\$ 7,5 milhões e as obras complementares (paisagismo, áreas de lazer e vias de acesso) em R\$ 8,0 milhões, alcançando o total de R\$ 49,6 milhões.
3. Reservatórios nos Córregos Japoneses/Cocaia. Para enfrentar os graves problemas de inundações nesta sub-bacia, os técnicos da Prefeitura elaboraram estudos preliminares para 4 reservatórios de retenção, independente das propostas do PDMAT. O primeiro localizado próximo à junção do Cocaia

com o córrego dos Japoneses, o segundo, no córrego Fabiano, e os demais em áreas do seu curso superior. Os custos destes reservatórios foram estimados em mais de R\$ 25 milhões (ver mapa Reservatórios Propostos e Canalizações Existentes 2.5.12.a.)

De acordo com os estudos apresentados para o PDMAT os custos para todas as medidas estruturais propostas para as bacias do Baquirivu Guaçu e Canal de Circunvalação, baseados em valores do ano de 2002, foram estimados em mais de R\$ 330 milhões.

III. Avaliação dos reservatórios

Os reservatórios e as bacias de amortecimento de cheias, destinados a reter o volume de escoamento e controlar os picos de cheias, evitando deste modo, a transferência de impactos, podem se constituir - desde que avaliados criteriosamente com outras medidas e soluções não estruturais no âmbito de uma bacia hidrográfica - na principal, quando não na única alternativa para controle de inundações em áreas densamente urbanizadas. As principais vantagens, além de evitar a transferência de enchentes estão nos custos relativamente mais reduzidos das suas obras (quando comparados com as canalizações e retificações), e na contribuição para a melhoria da qualidade das águas, por possibilitarem também a retenção de sedimentos (gerados por processos erosivos) e do lixo.

Não obstante esses benefícios, não se pode ignorar os problemas e as dificuldades que esses reservatórios para a sua manutenção, como os elevados custos dos serviços de sua limpeza e desassoreamento e da conservação de seus equipamentos. Também devem ser considerados como um fator não favorável a eliminação das poucas áreas verdes ou de lazer e esportes disponíveis nos bairros, o mau cheiro gerado nas suas proximidades pelos sedimentos acumulados (normalmente contaminados por efluentes e esgotos) e a sua elevada ociosidade, uma vez que acabam sendo operados somente nas estações chuvosas.

Muitas propostas têm destacado o seu papel nas atividades de lazer e esportes; contudo, a má qualidade das águas e a grande quantidade de sedimentos contaminados praticamente inviabilizam este uso. Cabe lembrar que, para o efetivo funcionamento destas estruturas hidráulicas é imprescindível a execução dos serviços de limpeza e manutenção, para que não tenham a sua capacidade comprometida, gerando uma falsa idéia de segurança aos moradores que vivem a jusante. Além disso, as operações de limpeza exigem também um local adequado para a disposição do lixo retirado, uma vez que o seu alto nível poluente é capaz de provocar contaminações.

IV. Expansão urbana e industrial, Aeroporto, Rodoanel.

Grandes empreendimentos podem, normalmente, alterar a configuração da cidade, intensificando a sua expansão ou criando novas tendências, como eixos de crescimento urbano, a redução de população de algumas áreas ou o adensamento de outras. É por esta razão que qualquer novo empreendimento ou projeto de maior porte necessita ser avaliado pelos impactos que possam gerar no espaço que ocupa e no seu entorno mais próximo (desmatamento, processos erosivos, recursos hídricos etc.), mas também por seus efeitos indiretos, que podem ser maiores e mais graves, como no caso de criarem novos eixos de crescimento e organização do espaço urbano.

O Mapa Grandes Empreendimentos (Propostas em andamento 2.5.12b) apresenta os 3 projetos que estão sendo propostos para o Município: prolongamento da Av. Jacu Pêssego, a ampliação do Aeroporto e o trecho Norte do Rodoanel. Cada um deles, evidentemente, exige uma avaliação de acordo com os critérios expostos, especialmente em relação aos recursos hídricos, com ênfase para o sistema de drenagem.

A conclusão da Av. Jacu Pêssego visa completar a ligação viária existente entre os municípios de São Paulo e a região do ABC com Guarulhos, conectando o Aeroporto com o Porto de Santos, com enormes vantagens para facilitar e intensificar as comunicações e fluxos nestas regiões e com repercussões no seu desenvolvimento econômico e social. Do ponto de vista dos recursos hídricos, podem não existir grandes dificuldades em reduzir ou mitigar seus principais impactos, considerando que o seu traçado e área de influência fiquem restritos à área urbanizada existente.

A ampliação do Aeroporto - exige uma avaliação mais profunda e acompanhamento permanente; o que já foi assinalado nos pareceres sobre seu Estudo de Impacto Ambiental, elaborados pela Prefeitura de Guarulhos. Os impactos negativos sobre o sistema de drenagem da bacia do Baquirivu Guaçu poderão agravar, significativamente, os problemas existentes, uma vez que o projeto prevê a retificação do rio e a ocupação de várzeas remanescentes. O abastecimento de água, a coleta e o tratamento de esgotos necessitam ser analisados, em vista dos seus efeitos negativos no sistema, como um todo, e serem propostas medidas mitigadoras e compensatórias, capazes de não sobrecarregar o Município. Além disso, ele poderia contribuir para o uso sustentável dos recursos hídricos, caso envolvesse várias medidas, como o aproveitamento de águas das chuvas, e efetuas-se o reuso da água para reduzir o consumo das águas subterrâneas.



Figura 2.5.12.a – Configuração original do rio Baquirivu Guaçu antes da implantação do Aeroporto e lagos naturais encontrados no período de estiagem.
Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos



Figura 2.5.12.b – Configuração do rio Baquirivu Guaçu depois da implantação do Aeroporto.
Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos

O Rodoanel, de acordo com o último traçado proposto, deverá atravessar os últimos redutos da mata natural existente e cortar relevos acidentados, como a área protegida do Parque Estadual da Serra da Cantareira, as nascentes de afluentes importantes da Bacia do Baquirivu Guaçu, constituindo-se num forte fator indutor para a expansão urbana, a formação de áreas degradadas, a deterioração das últimas áreas ambientais produtoras de água, destruindo o patrimônio ambiental estratégico mais importante do Município e contrariando todas as propostas deste plano de drenagem.

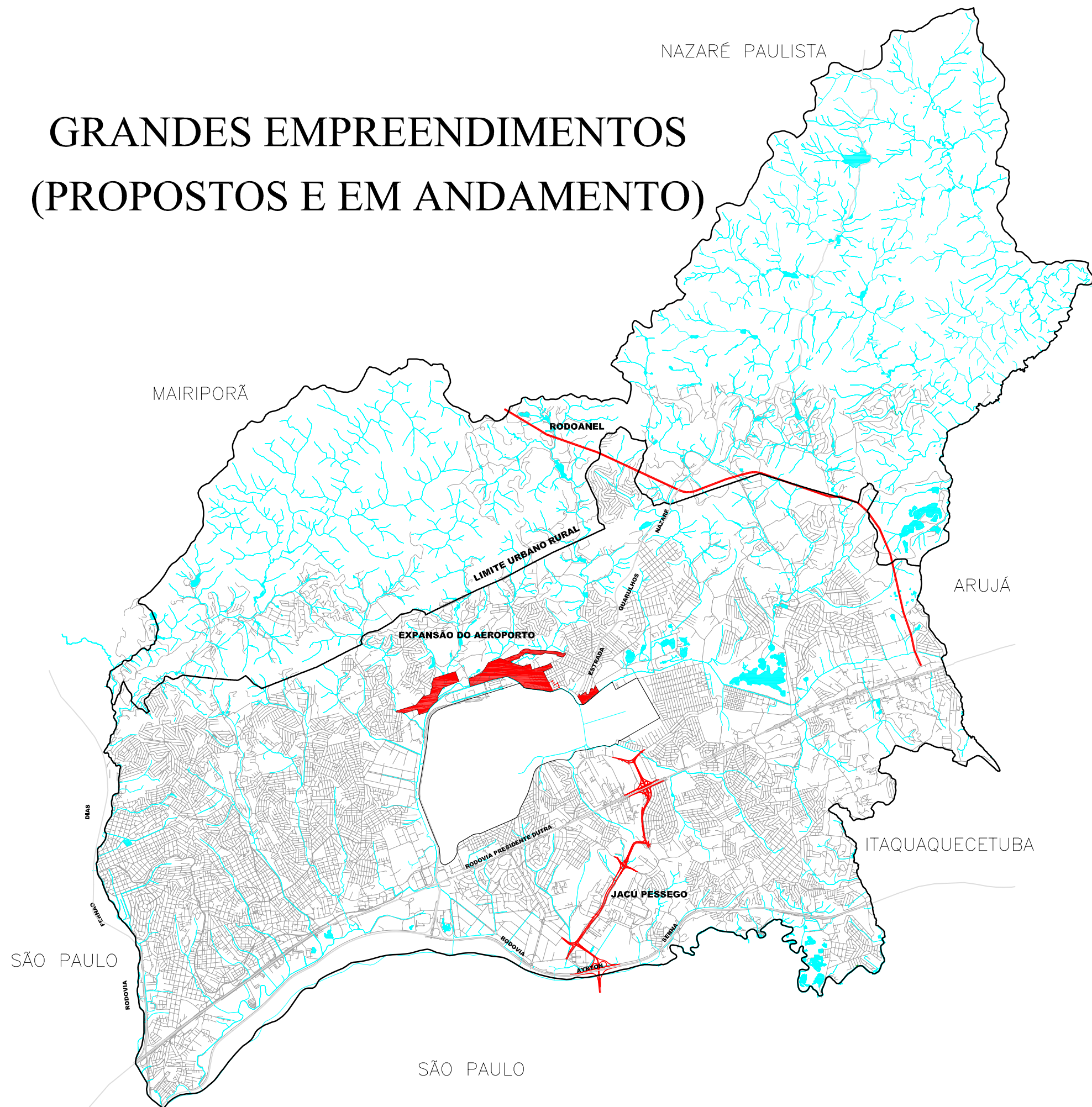
2.6 GESTÃO MUNICIPAL

Em Guarulhos, a gestão das águas pluviais urbanas constitui uma atividade de responsabilidade do Município, desempenhada pela Secretaria de Obras e Serviços Públicos, embora muitos outros órgãos da administração municipal também executem obras relacionadas às águas pluviais. Muitas dessas intervenções, como já foi abordado nos itens anteriores, foram implantadas de forma isolada para o atendimento de solicitações pontuais e problemas imediatos, ignorando as características das bacias hidrográficas.

No entanto, é essencial a integração com áreas e setores da administração e a articulação com outras entidades, ou esferas de governo, além do acompanhamento mais intenso e permanente, a ser efetuado pelas lideranças e entidades da sociedade organizada. Para concretizar essa forma de gestão, ainda falta um setor especializado, com responsabilidade à altura de sua importância, capaz de desenvolver atividades e intervenções de curto, médio e longo prazos, de acordo com as diretrizes deste plano.

Os recursos para a execução das obras de controle de enchentes e todos os serviços de conservação e manutenção têm sido garantidos quase que, integralmente, pelo município, incluindo, atualmente, aqueles relativos aos cursos d'água de domínio estadual, especialmente nos serviços de desassoreamento. As obras de maior porte e de custos elevados foram executadas com financiamentos de programas de saneamento nacionais e de agências internacionais, uma vez que exigem investimentos maiores de curto prazo.

GRANDES EMPREENDIMENTOS (PROPOSTOS E EM ANDAMENTO)

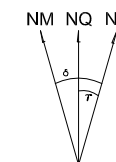


Mapa: 2.5.12.b.: GRANDES EMPREENDIMENTOS (PROPOSTOS E EM ANDAMENTO)

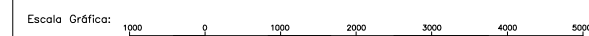
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGOISAD 69
 DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
 DATUM HORIZONTAL CHUJÁ - MG
 MERIDIANO CENTRAL - 45°
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1994 (δ) = -18° 22'
 CONVERGÊNCIA MERIDIANA (γ) = 0° 33' 23,946"
 VARIAÇÃO MENSAL = -0,37"
 K = 0,9998533126

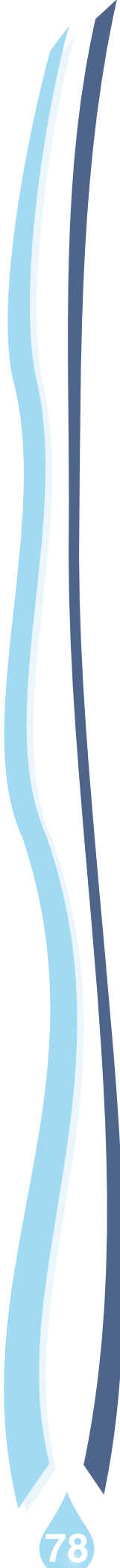
Norte:



Escala:
1: 100.000



Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos



Esta política de financiamento precisa ser alterada, por ser injusta do ponto de vista social, uma vez que beneficia os responsáveis pelos impactos gerados (por exemplo, com o aterramento e uso particular das várzeas, que retira seu papel natural e público de controle de inundações) e faz com que a sociedade pague pelos prejuízos. Além de se corrigir essas injustiças, há a necessidade de incentivar aqueles proprietários de áreas que as mantêm protegidas, vegetadas e, com isso, beneficiam o conjunto dos moradores, evitando o agravamento das inundações. Para isso, é fundamental definir sistemas de compensação, ou pagamento pelos serviços ambientais prestados por essas áreas protegidas. Com isso, maiores benefícios poderão ser obtidos, com menores custos, evitando obras e prejuízos importantes; e é por essa razão que essas formas de proteger áreas estratégicas vêm se disseminando, mesmo em países em desenvolvimento.

3 DIRETRIZES DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM

3.1 PRINCIPAIS DESAFIOS DE GUARULHOS

3.1.1 A necessidade de garantir os espaços das águas

Guarulhos está inserida numa região metropolitana, cuja disponibilidade natural de água é muito inferior aos seus atuais padrões de uso. Isto porque, existe uma limitação natural pela região situar-se nas cabeceiras do Rio Tietê. Por outro lado, abastecer cerca de 20 milhões de habitantes, sem que haja qualquer controle da demanda de água agrava a situação de escassez. Ao mesmo tempo, Guarulhos possui uma grande concentração de população e atividades cujo consumo atual e futuro de água supera a sua disponibilidade. Hoje, essa relação entre a demanda / disponibilidade na região metropolitana está em situação quase sete vezes pior que a classificação da ONU estabelece como a mais crítica, (SAAE, 2003).

Apesar disso a cidade continua a crescer e degradar os mananciais que sobraram nas cabeceiras do Tietê, além de comprometer a qualidade dessas águas, da forma anteriormente comentada. Isto significa que a situação tende a se agravar ainda mais porque a pouca água disponível vem sendo reduzida pela eliminação dos mananciais que sobraram, através do desmatamento, construção da cidade sobre eles e a sua contaminação.

Além disso, uma quantidade enorme da água já captada e tratada vai sendo perdida nos vazamentos das redes de distribuição e à essa perda se soma o crescimento da demanda de água na Região Metropolitana de São Paulo e em Guarulhos em particular. Como saída, tem sido proposta a busca de fontes cada vez mais distantes, como já ocorre no caso da água que provém dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, cujas nascentes localizam-se em Minas Gerais. Essa água faz falta aos habitantes da Região Metropolitana de Campinas que está em sua bacia. Outras captações externas são feitas no caso da Baixada Santista, também ela uma região metropolitana com grande necessidade de água; e há planos para se ir mais longe.

Nesse processo de se utilizar, desperdiçar e poluir a água e, ainda, construir sobre as fontes existentes, eliminando-as, segue-se em busca de outros mananciais. Não se cogita o controle do consumo, nem controlar significativamente a poluição e, ainda menos, em criar obstáculos efetivos para a contínua expansão da cidade sobre as áreas legalmente protegidas para produzir água. A solução para a contínua degradação, portanto, tem sido procurar água cada vez mais longe, multiplicando os custos, em prejuízo das populações e ecossistemas dos locais de onde ela vai sendo retirada. Nesses locais também persiste o desinteresse pela manutenção de sua qualidade, como é o caso da região de mananciais do Sistema Cantareira, cuja água perde qualidade, ano a ano, pelas mesmas causas: desmatamento, ocupação e poluição.

A persistência dessa tendência de degradação e escassez crescentes deixa clara a necessidade de reverter a política vigente para gestão das águas, e uma forma mais responsável de lidar com ela é atribuir máxima importância a todas as suas fontes; a começar pelas chuvas. Elas são a garantia inicial do ciclo, que dependerá das condições oferecidas para a sua continuidade, como a oferta de espaços suficientes e adequados sobre os quais as chuvas cairão, escoarão e se acumularão, mantendo seu fluxo e qualidade equilibrados. Dessas condições depende, portanto, o reequilíbrio das situações de cheia e de escassez de água.

Com essa finalidade podem ser propostas diferentes alternativas, como as de se aproveitar as épocas de maior precipitação, acumulando a água que faltará na outra metade do ano, com base na experiência de inúmeros países. Aqui, essa prática tem outra vantagem fundamental que é a de se reduzir ou evitar os males e prejuízos das enchentes.

É por isso que cabe afirmar que a chuva é preciosa demais na cidade para ser desperdiçada nas inundações. O aproveitamento das águas da chuva para usos menos nobres que o abastecimento pode evitar inundações e, ao mesmo tempo, liberar a água tratada e de melhor qualidade para usos mais exigentes, como é o caso do abastecimento da população, onde ela realmente faz falta. Isto porque, a população segue crescendo e em muitas regiões o suprimento não existe ou, ainda, ele é feito de forma precária e intermitente, colocando em risco a saúde da população.

Por todas essas razões, não há como evitar uma importante mudança nas políticas de controle de inundações. Mais que nunca, torna-se estratégica a adoção de medidas preventivas, tomando espaço das obras corretivas, de modo a tornar essas últimas complementares e não as únicas a serem viabilizadas, como hoje ocorre. É preciso verificar no que é mais produtivo investir para evitar gastos e vítimas.

É nesse momento que aparece como fundamental a retomada da questão do espaço das águas, que não pode mais ser cedido, sem qualquer compensação, ao mercado imobiliário. Do mesmo modo, não há como imaginar que as áreas já afetadas pelas inundações tenham seu nível de risco aumentado pelo acúmulo de mais populações carentes que, pela falta de opções têm ocupado esses locais.

Quanto mais vulneráveis socialmente são essas populações, menos indicadas serão sua permanência e fixação nas áreas de risco de inundação. Nesse sentido deve-se atentar para a proteção das faixas ao longo dos rios e várzeas. Estas já são e tenderão a ser, cada vez mais reivindicadas pelas águas, nas intensas cheias que deveremos sofrer.

Quanto à infra-estrutura urbana, ela precisa ser revista na sua capacidade, em especial, na checagem de suas condições de atulhamento ou obstrução por lixo e sedimentos. Essa revisão requer uma política específica de cadastramento, inspeção e manutenção da infra-estrutura instalada, para assegurar sua máxima capacidade, da qual será exigido um desempenho cada vez maior.

Além dos cuidados preventivos, para se evitar que o lixo e toda forma de sedimentos alcance essas tubulações, é preciso também que haja um investimento em compensar os serviços ambientais dos lotes urbanos ainda permeáveis na cidade. Portanto, além das faixas não edificáveis e de toda a estrutura de canalização de águas pluviais existente é preciso manter vazias e permeáveis as áreas urbanas que ainda estão assim. Isto, em paralelo à manutenção das grandes extensões de área rural protegida para reter a água, seja para o abastecimento, como para evitar um agravamento das inundações.

As iniciativas atuais de redução das áreas permeáveis e disponíveis para controle de inundações já estão demandando pesados investimentos em obras para a sua compensação. Além delas, a manutenção de áreas livres e vegetadas, na escala necessária para o enfrentamento dos problemas da cidade, deverá contar com o reforço de compensações e pagamento de serviços ambientais, a serem efetuados com recursos explicitados e cobrados dos agentes econômicos que se beneficiam do acréscimo de áreas construídas.

Todas essas situações podem ser verificadas no caso de Guarulhos, no detalhamento do Plano Diretor de Drenagem, que deve estabelecer as prioridades de ações para controle de inundações no município.

São conhecidos os locais sujeitos à inundação, bem como suas causas. Há questões emergenciais a resolver, como é o caso da retirada de pessoas das áreas mais críticas e da sua transferência para áreas adequadas. Ao mesmo tempo, é preciso impedir que as causas determinantes da inundação se ampliem; e isso implica em identificar quais espaços deverão ser destinados às águas. Para isso há a necessidade de se dimensionar, com maior precisão, qual é o montante de áreas mínimo a ser garantido, para que a situação não se agrave.

Deve-se prever, também, uma série de ações para acompanhamento das inundações, seja do ponto de vista operacional nas emergências, como antecedendo os períodos de cheias, principalmente na manutenção de todos aqueles espaços, subterrâneos ou superficiais. Para manter a qualidade desses espaços, deve-se delimitar as bacias mais críticas e, com urgência, estabelecer os projetos que deverão separar os esgotos das águas pluviais, encaminhando-os para tratamento. A prioridade deverá ser dada às bacias em que ocorre inundação e existe o potencial de contato da população com essas águas contaminadas.

Ao mesmo tempo, é preciso divulgar junto a essas comunidades uma série de cuidados, buscando seu envolvimento efetivo nessas ações para sua proteção.

As áreas vegetadas devem ser efetivamente protegidas e os recursos para sua proteção devem ser calculados e obtidos com base nos benefícios prestados por elas, criando-se diferentes formas de compensação. Isto deverá se transformar numa política pública que, a partir de Guarulhos, alcance o Estado e os demais municípios responsáveis pelas grandes bacias ou sub-bacias que percorrem o município e abrangem outros territórios.

Deve ser criada uma forma de equilibrar o quanto - especialmente no caso dos grandes lotes - a água pluvial é exportada dos terrenos, em relação àquilo que deveria ser naturalmente infiltrado dentro de seu perímetro. A partir desse cálculo pode-se identificar e dimensionar quem arca com os custos da água exportada, em benefício do aproveitamento privado desses espaços. Isto deve basear o cálculo do pagamento objetivo de contrapartidas na realização de obras por sub-bacia.

Esse custo adicionado pelas novas ocupações de lotes à demanda já estabelecida poderá ser cotejado com alternativas de não ocupação, ou de soluções de retenção de água, de modo a evitar a saída das águas pluviais desses lotes, em prejuízo de outros locais ou moradores. Assim, poderemos dar início, em escala significativa, à uma política de aproveitamento das águas pluviais para diversos fins, liberando as de melhor qualidade - superficiais ou subterrâneas - para o abastecimento da população.

Esse benefício se amplia na medida em que soluções desse tipo podem contribuir para se alcançar um outro equilíbrio na situação da cheias e da escassez, que ainda tende a se agravar, seja pelo crescimento da própria cidade, como pelo já previsto aumento das tendências de aquecimento global.

Considerando que o Plano Diretor de Macro Drenagem da Bacia do Alto Tietê estabeleceu algumas vazões de restrição para os afluentes do Tietê, essa discussão de retenção da água ganha corpo e deve ser rediscutida. Isto, em termos das ações a serem efetuadas no âmbito estadual - considerando que os rios principais ou córre-

gos que cortam a Guarulhos são intermunicipais - e também porque demanda uma revisão da política urbana metropolitana, da qual o Estado se ausentou há muito tempo.

Essa revisão implicará no reconhecimento dos diferentes papéis que os municípios têm na região metropolitana e da importância de atribuir valor e avaliar seu desempenho desses papéis. Entre eles deverá figurar o reconhecimento da importância estratégica das áreas protegidas para o conjunto da população e atividades econômicas metropolitanas e das compensações que serão devidas a quem as protege, sejam eles proprietários ou municípios. Com esse reconhecimento será possível esperar benefícios para Guarulhos, através da retenção das águas nos seus territórios mais altos, o que poderá auxiliar, mais ainda o Município de São Paulo, situado rio abaixo.

Com isso, boa parte dos municípios situados rio acima (à montante) de São Paulo poderá ter melhores perspectivas de sustentação econômica, baseadas no desempenho na proteção de áreas, não apenas por aquelas produtoras de água, mas pelas responsáveis pelo controle das enchentes. Ao mesmo tempo, internamente, os municípios devem avaliar a possibilidade de também efetuar compensações, considerando que o preço da terra e o valor dos imóveis nas áreas centrais (melhor localizadas) não cresce se elas estiverem sujeitas a inundações, ou à sua influência, sofrendo periódicas obstruções de acesso, por exemplo.

Ao contrário, a própria manutenção dessas áreas com vantagens e valores majorados dependerá, cada vez mais de iniciativas a serem tomadas à montante, no restante de cada sub-bacia. Esse balanço, evidentemente, não é apenas municipal, ele tem outras relações de dependência, considerando as políticas tradicionais de implantação de eixos viários, sistemas de transporte e a grande intensidade de tráfego nos fundos de vale. Nesse caso, muitos agentes se beneficiam, além da população residente, ou trabalhadora nos locais potencialmente afetados; o que inclui, também, as empresas que se utilizam desses eixos viários para escoamento de seus produtos, para a recepção e deslocamento dos insumos ou semi-acabados terceirizados e, ainda, para o desempenho da própria infra-estrutura que lhe dá apoio, sem contar as condições de acessibilidade para sua mão-de-obra.

Não se trata de criação de pedágios, mas do dimensionamento das despesas com a prevenção de problemas em áreas populosas e de grande importância econômica. Nesse caso, essa manutenção de valor depende de se manter e ampliar espaços para as águas em algum outro lugar, assegurando o seu desempenho. Isso pressupõe a organização de toda a bacia ou sub-bacia considerando o balanço de áreas que tenham o papel de assegurar o desempenho de outras. Nesse balanço está incluída a necessidade de redução dos riscos às mercadorias e, principalmente, à saúde humana. Conforme já afirmado, não há como adiar, também, a implantação de sistemas completos de esgotamento sanitário e nem de programas de manutenção urbana e limpeza para controle da carga difusa e pontual, que ameaça a salubridade das populações a jusante, especialmente daquelas de menor renda.

Os serviços que as áreas vegetadas prestam - como os de retenção e purificação da água e de controle de inundações - não podem ser substituídos por obras. Um dos recursos mais preciosos que temos para a realização desses serviços é a vegetação, de qualquer tipo e em qualquer local. Há, porém, diferenças importantes no caso dela não ter grande extensão. Nesse caso, a preferência deve recair na vegetação natural, pela maior condição de adaptação aos nossos ambientes e de biodiversidade, que lhe rende equilíbrio para melhor prestar esses serviços. Também do ponto de vista dos locais, se houver restrições para sua ampla disseminação, aqueles mais estratégicos para manter e desenvolver esse tipo de solução são os topos dos morros, as áreas mais acidentadas, as várzeas e as margens dos cursos d'água. Isto porque a vegetação tem maior possibilidades de estabilizar o solo, evitando a erosão e os deslizamentos e pode conviver, de forma harmônica com as enchentes. É por essas razões que a legislação determina que elas sejam consideradas "Áreas de Proteção Permanente".

Contudo, no cotidiano das pessoas e nas políticas públicas esse desempenho não é reconhecido, como se pode comprovar nas iniciativas da população e dos governantes, através das quais a vegetação e os locais citados têm sido rejeitados, destruídos e ocupados por outros usos. Essa prática elimina sua possibilidade de resolver naturalmente a falta de água limpa e o excesso de água suja que prejudicam grande parte da população.

Negando-se esses papéis, parte-se para a busca de alternativas "tecnológicas", no caso, as tradicionais e caras obras que tentam solucionar a drenagem em alguns locais, normalmente à custa de outros, criando a necessidade de estabelecer programas de manutenção, que também exigem grande soma de recursos, para sempre. Dessa forma, cabe rever essa prática de, exclusivamente, se adotar soluções tecnológicas, tentando substituir o que a vegetação faz a baixo ou nenhum custo e com outras vantagens, especialmente nas bacias onde sejam verificados maiores conflitos com a urbanização.

Esses serviços ambientais não são considerados quando tentamos aproveitar o solo como apenas uma superfície para a implantação de edificações, sistema viário, agricultura e outras finalidades. Assim o que há no caminho para ser eliminada é a vegetação natural, vista como um obstáculo a ser vencido para resolver nossos problemas e não como uma óbvia e grande solução, capaz de proporcionar o que de mais precioso necessitamos, como a redução do ruído, a purificação do ar, os produtos florestais - como a madeira, as essências vegetais, os remédios e os alimentos - e outros recursos da fauna e da flora, além do equilíbrio climático, que inclui o das chuvas, produzindo água de forma limpa e regular.

Esses serviços têm sido reconhecidos em vários países – incluindo aqueles menos desenvolvidos - partindo-se de uma constatação básica: não há como substituí-los por obras.

Nesse sentido, eles ganham um valor enorme ao serem avaliados em termos econômicos nos países que tratam desse assunto, comparando-os entre os diferentes usos que uma região pode ter. Na medida em que haja esse reconhecimento, há também a valorização desses papéis que a natureza nos presta e, assim, tem havido uma discussão mais séria sobre o que é melhor se fazer em determinadas regiões.

No nosso caso, na medida em que se verifica a perda da água, não só nesta região, como nas vizinhanças, e a extrema dependência que a nossa vida e atividades econômicas têm dela, fica patente que tudo o que poderá ser feito para assegurar essa água tem um valor econômico e de sobrevivência, a ser levado em conta na tomada de decisão sobre projetos, empreendimentos e políticas urbanas municipais ou metropolitanas.

Nos países em que isso é considerado, aplicam-se soluções de compensações ou o chamado 'pagamento pelos serviços ambientais', feito aos proprietários de áreas protegidas e populações que auxiliam a proteção dessas áreas, no sentido de reconhecer a sua importância na manutenção desses locais estratégicos. E isso é ainda mais importante na medida em que se verifica, como aqui, que o Estado vem se retirando da administração de importantes setores da nossa sociedade, como o da proteção ambiental.

Verifica-se, por exemplo, em São Paulo que vêm diminuindo, a cada ano, não apenas os investimentos previstos no orçamento anual para a proteção dessas áreas, como também os recursos para a sua simples manutenção. Isso pode ser visto mesmo nos poucos e insuficientes casos em que tenham sido criados parques e áreas de propriedade do próprio estado, destinados a essa proteção. Como a maior parte dos mananciais metropolitanos não é de propriedade pública, passa a ser ainda mais importante reconhecer esse papel dos terrenos particulares na prestação de serviços ambientais, incentivando e remunerando a sua proteção.

É importante lembrar que nesses mananciais, que hoje estão nas cabeceiras das bacias do Tietê, entre outras, as áreas vegetadas que sobraram não apenas produzem água de boa qualidade, como retêm boa parte da água das chuvas, impedindo que elas escoem rapidamente, alcançando e inundando as cidades que estão abaixo. Portanto, um dos serviços ambientais dessas áreas é o de impedir o agravamento das inundações. No caso da Região Metropolitana de São Paulo, a destruição da vegetação e a impermeabilização dessas áreas vêm sendo permitidas e tem ocorrido em grande velocidade. Segundo especialistas governamentais, há a perspectiva de que tenhamos enchentes catastróficas, mesmo com as obras de ampliação da calha do Tietê já realizadas, caso a perda das áreas vegetadas continue nas cabeceiras e nas várzeas da bacia do Rio Tietê.

Portanto, deve fazer parte essencial da política de controle de inundações a proteção de todo tipo de vegetação ainda remanescente, seja nas cabeceiras das bacias, como no seu percurso ao longo de toda a bacia e também nas várzeas para se prevenir as inundações. Isto deve ser parte da política de preservação dos espaços, funções e serviços ambientais desses ecossistemas, que deve ter prioridade sobre os investimentos de canalização e construção de infra-estruturas para tentar segurar a água que vai sendo conduzida com maior volume, velocidade e poluição para outros lugares.

3.1.2 Foco na gestão

A implantação de uma gestão equilibrada e sustentável para o sistema de drenagem, de acordo com os conceitos e princípios apresentados no item anterior, exige o cumprimento, entre outras, das seguintes diretrizes e orientações:

- a) gestão dinâmica do sistema de drenagem, mediante o acompanhamento permanente, dos impactos provocados pelas intervenções ou expansões e adensamento urbano no sistema de drenagem, compatibilizadas com as previsões e prognósticos estabelecidos para cada sub-bacia;
- b) adoção da bacia e sub-bacia como unidade de planejamento e avaliação dos impactos gerados pelas modificações urbanas no sistema de drenagem;
- c) aplicação do conceito de vazão de restrição proposta para os afluentes do Tietê e seus trechos para os principais contribuintes das sub-bacias hidrográficas do Município;
- d) evitar ou compensar a transferência de impactos provocados por intervenções ou medidas nos corpos d'água, capazes de contribuir, agravar ou provocar enchentes;
- e) incorporação das medidas de prevenção e controle de enchentes de forma integrada em todos os instrumentos de gestão urbana do Município e desde Plano Diretor, planos setoriais, Manual de Drenagem e legislações municipais;

Na prática internacional, a gestão e o controle das inundações evoluiu da simples remoção do escoamento, mais preocupada em tentar livrar-se das vazões adicionais, para uma abordagem de prevenção de sua ocorrência e gestão abrangente, empregando soluções e medidas mais sustentáveis ecologicamente.

Essa abordagem tem requerido a utilização de novos instrumentos de gestão como os de avaliação do ciclo de vida aplicado à drenagem²⁵, no âmbito do conceito de Sistema de Drenagem Urbana Sustentável. Esse conceito tem sido aplicado no Reino Unido, nos anos 2000 através da combinação de infra-estruturas de proteção contra as enchentes, com a preservação dos corpos d'água receptores. O controle das inundações é considerado, nesse contexto, apenas uma parte da gestão relativa às águas, que deve ser completada nos seus diferentes aspectos, abrangendo as águas pluviais, as águas subterrâneas, a qualidade da água, o seu consumo, os efluentes etc.²⁶

Nessa gestão têm destacada importância a redução dos riscos e da vulnerabilidade do ambiente urbano às inundações os principais atores sociais - as municipalidades, as agências de água, as seguradoras, os empreendedores e as construtoras no ramo imobiliário. Dentre os componentes das estratégias para reduzir a vulnerabilidade às inundações no nível local podem ser citados o aumento no nível de atenção e cuidados nesse campo, o planejamento para ampliação dos níveis de segurança, a partilha de custos e a criação de seguros. Contudo, esses componentes não podem ser adotados de forma isolada, ou como reação aos problemas; eles devem ser articulados e implementados como resultado de parcerias entre os diferentes atores citados.

Dessa forma, também, fica clara a necessidade de troca de experiências, inclusive em âmbito internacional sobre como se lidar com as inundações, que deverão ser particularmente desafiadoras, considerando-se as tendências de aceleração do processo de urbanização e seus efeitos combinados aos das mudanças climáticas. Com esses riscos aumentados no futuro, novas abordagens integradoras deverão ser adotadas no sentido de reduzir a probabilidade das inundações e seus impactos, dentro de um princípio que vem sendo chamado de "viver com a água". Nessa perspectiva, a gestão das enchentes ultrapassa a questão da segurança e passa a envolver, também, medidas e estratégias para controlar os danos econômicos e sustentar ou aprimorar a qualidade espacial no ambiente urbano.²⁷

3.2 OBJETIVOS E PRIORIDADES DO PDD

Considerando os desafios que Guarulhos apresenta para se adequar às condições requeridas pelos recursos hídricos, mais especificamente em relação aos problemas criados no tocante às águas pluviais, foram estabelecidos quatro objetivos principais:

1. Capacitar o Município de Guarulhos para a Gestão e o Manejo de Águas Pluviais, criando os meios político-institucionais, administrativos, financeiros e técnicos necessários para enfrentar as perspectivas de agravamento das enchentes, suas atuais conseqüências e o passivo acumulado. Essa capacitação inclui, dentre outras condições:
 - a) A criação de sistema articulado de gestão entre os diferentes setores da administração municipal que partilham responsabilidades e atribuições em relação aos recursos hídricos;
 - b) A criação de um núcleo ou organismo coordenador, com ascendência hierárquica e os demais meios necessários para tratar das questões de recursos hídricos, incluída a gestão das inundações;
 - c) A qualificação dos quadros técnicos e operacionais;
 - d) A criação de canais para a participação cidadã na deliberação sobre as políticas municipais nesse campo, ou com interfaces sobre ele;
 - e) A capacitação do município para lidar com as políticas externas ao seu território, que tenham interferência ou se mostrem determinantes no equacionamento de problemas e nas possibilidades de utilização dos recursos hídricos.

Demais diretrizes para atingir este objetivo poderão ser vistas, mais adiante, no âmbito dos seguintes temas: gestão municipal articulada e interfaces com outros municípios.

Essa qualificação constitui pré-requisito para o Município estar em condições de enfrentar seus problemas na dimensão que eles têm, utilizando informações que possibilitem clareza na definição dos focos e prioridades de suas políticas, bem como o exercício de escolha entre diferentes alternativas de solução desses problemas. Essa perspectiva eleva Guarulhos à condição de se antecipar, enfatizando as ações preventivas, que têm, via de regra, menor custo e maior efetividade, reduzindo os efeitos indesejáveis e os riscos inerentes aos investimentos fragmentados e parciais.

2. Reduzir o agravamento das inundações que se verifica pelo avanço da ocupação, degradação de áreas estratégicas e pelas alterações climáticas²⁸, através de medidas destinadas a assegurar os atuais

espaços das águas, sejam aqueles naturais, como aqueles criados através de grandes investimentos na infra-estrutura urbana, já realizados, abrangendo, entre outras, as seguintes diretrizes:

- a) Impedir o desmatamento e outras formas de perda da cobertura vegetal existente;
- b) Manter atual nível de espaços de acomodação das águas, incluindo as várzeas e margens dos cursos d'água, assim como a capacidade existente de infiltração das águas pluviais no solo;
- c) Implementar um aprimorado sistema de manutenção e operação da infra-estrutura de drenagem; de controle dos processos erosivos e do lançamento de resíduos sólidos fora dos locais habilitados;
- d) Criar alternativas de construção e adensamento urbano, de forma a não avançar sobre os espaços das águas;
- e) Implementar incentivos e compensações aos proprietários para a manutenção das áreas estratégicas protegidas;
- f) Planejar e implementar um conjunto de medidas destinadas a preparar o município para o enfrentamento dos efeitos mais sérios das mudanças climáticas, o que pode incluir a ampliação das medidas apontadas acima.

Demais diretrizes para atingir este objetivo poderão ser vistas, mais adiante, no âmbito dos seguintes temas: proteção aos mananciais, à cobertura vegetal existente e demais áreas livres da ocupação; controle da erosão e assoreamento; prevenção da ocupação e aterramento de várzeas; lei de compensação de impactos decorrentes da urbanização; manutenção e operação da infra-estrutura de drenagem existente; implantação e operação de reservatórios de contenção; e eliminação de interferências negativas dos grandes empreendimentos.

Essas diretrizes destinam-se a preparar as condições para que possam ser alcançados os objetivos subseqüentes, evitando-se a dispersão de esforços, normalmente dispendiosos, com grande custo social e baixa efetividade, no enfrentamento das causas e efeitos das inundações sobre a população e as atividades econômicas do município.

3. Reduzir as conseqüências dos casos mais críticos de inundação e equacionar os pequenos alagamentos; buscando-se estabelecer formas de convivência menos danosa e insalubre com as inundações; melhorando a qualidade dos espaços e da infra-estrutura por onde passam as águas pluviais, através de medidas que incluam:
 - a) Atualização periódica do cadastro das áreas afetadas;
 - b) Implementação de sistemas de alerta à população quanto à ocorrência de inundações;
 - c) Remoção de habitações e relocação de moradores das áreas afetadas;
 - d) Monitoramento da qualidade das águas nas diferentes sub-bacias;
 - e) Implantação do sistema de esgotos, com tratamento dos efluentes, abrangendo com a coleta, prioritariamente, as áreas a montante dos trechos inundáveis, onde a população tem contato com as águas pluviais;
 - f) Controle da disposição dos resíduos sólidos e dos efluentes domésticos, hospitalares e industriais nessas sub-bacias.

Demais diretrizes para atingir este objetivo poderão ser vistas, mais adiante, no âmbito dos seguintes temas: redução de ameaças à saúde e melhoria da qualidade da água; redução dos riscos e da ocorrência de áreas contaminadas; intervenção em áreas críticas de inundação e; gestão de risco. Uma vez assegurado o não agravamento das inundações, mencionado no objetivo anterior, torna-se possível reduzir, efetivamente, as conseqüências daquelas que já vêm ocorrendo no Município.

4. Reequilibrar o regime hídrico, diminuindo-se os picos das cheias e das estiagens em níveis capazes de superar os efeitos das mudanças climáticas, assegurando o uso sustentável das águas, reduzindo o risco de ocorrência de situações de escassez e de inundações, através da adoção de medidas para ampliação dos espaços atualmente disponíveis para a acomodação, produção e depuração das águas superficiais e subterrâneas. Nesse sentido, trata-se de ampliar, especialmente, as medidas destinadas à infiltração de águas pluviais, à redução de sua velocidade de escoamento para as áreas mais baixas e, nelas, a capacidade de acomodação das cheias. Isto deve ser realizado, também, através da ampliação da cobertura vegetal nas diferentes sub-bacias, além, é claro, da eliminação dos riscos de erosão e assoreamento, bem como do lançamento de resíduos, que obstrui e elimina os espaços das águas nos cursos d'água, fundos de vale e infra-estruturas de drenagem, além de piorar sua qualidade, inviabilizando seu uso. No que se refere às interferências da urbanização, atingir esse objetivo pressupõe ainda:
 - a) Liberar trechos de várzeas aterradas para acomodar as cheias;

- b) Rever as disposições da legislação de uso e ocupação do solo e do código de edificações, no sentido de estabelecer limites e condicionantes relativos às áreas permeáveis; e
- c) Reorientar o crescimento, o adensamento e a renovação da cidade para reduzir as vazões de cheia; entre outras medidas.

Demais diretrizes para atingir este objetivo poderão ser vistas, mais adiante, no âmbito dos seguintes temas: uso de água subterrânea; aproveitamento de água de chuva, reuso de água e sustentabilidade em relação aos recursos hídricos.

O atingimento dos objetivos anteriores qualifica o município a ir além, procurando diminuir o risco de ocorrência das inundações. As medidas para tanto se caracterizam, de forma geral, pela ampliação do escopo, abrangência espacial e intensidade das medidas apontadas para o atingimento dos objetivos anteriores. Será preciso fazer mais para reduzir os atuais níveis de risco de inundações, o que repercutirá, evidentemente, na redução ainda maior de seus efeitos na cidade, bem como, na obtenção de maiores perspectivas de sustentabilidade em relação aos recursos hídricos, em especial no que se refere à segurança e eficiência no suprimento da população.

Atingir esses objetivos inclui, conforme visto, a necessidade de enfrentar situações estratégicas e urgentes, como as seguintes:

- As definições do Plano Diretor, que implicam no estabelecimento da expansão urbana e nas condições de proteção das áreas remanescentes estratégicas para acomodar as cheias;
- Os efeitos da ampliação do Aeroporto;
- A relocação das famílias atualmente afetadas pelas inundações mais graves, que estão sendo identificadas e;
- As demandas emergenciais da Defesa Civil.

3.3 SÍNTESE DAS DIRETRIZES POR TEMA

Para destacar a necessidade de uma atuação municipal abrangente e integradora, são identificados a seguir alguns dos principais temas a serem objeto das diretrizes propostas neste Plano, para atingir os objetivos acima mencionados.

3.3.1 Gestão municipal articulada

O alcance dos objetivos já referidos pressupõe que sejam implementadas e estejam plenamente operantes as estruturas responsáveis pelas ações propostas. Nesse sentido, fazem parte essencial deste Plano Diretor de Drenagem as múltiplas ações e aspectos que envolvam as características da gestão incluindo, entre outras:

- estabelecer metas progressivas;
- promover a participação social;
- aplicar os princípios de prevenção;
- criar mecanismos legais e estruturas administrativas, dotar essas estruturas de recursos humanos qualificados e equipamentos adequados ao desempenho de suas funções;
- promover a articulação institucional entre os setores com os quais as ações aqui propostas têm interface;
- criar procedimentos de seleção de alternativas que envolvam o debate público;
- criar sistemas de indicadores, divulgados para a sociedade e para uso administrativo, em relação à situação do Município nesse campo;
- estimular a colaboração dos diferentes entes públicos, privados e da comunidade, inclusive na contribuição econômica para as ações e;
- aplicar penalidades, inclusive pecuniárias aos responsáveis.

Além dessas, deve-se prever e equacionar a estrutura administrativa para a aplicação das diretrizes a seguir propostas com a gestão de recursos hídricos supra-municipal, através do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos, abrangendo a proteção aos mananciais e às áreas de recarga dos aquíferos, no sistema de informações ambientais, nas condições de abastecimento, esgotamento, controle de vetores e endemias, resíduos sólidos, ocupação urbana, manutenção da infra-estrutura e gestão das obras, entre outras, que incluem a ação emergencial.

Conforme referido, a gestão constitui uma condição inicial, de caráter estratégico. Nesse sentido, deve-se partir para a estruturação de um organismo que articule as ações de um sistema de gestão municipal para tratar dos recursos hídricos, respeitando suas características inerentes de integração. Nesse sentido, a atuação desse organismo deve ser capaz de realizar ações nos seguintes âmbitos:

- Intersetorial – abrangendo, os recursos Hídricos em diferentes fases de seu ciclo (precipitações, mananciais, aquíferos, corpos d'água superficiais etc.), interfaces (cobertura vegetal, resíduos sólidos, áreas de preservação permanente, desenvolvimento e expansão urbana, adensamento e impermeabilização, grandes empreendimentos, erosão e assoreamento, áreas de risco etc.), bem como usos e soluções (cisternas, reuso interno em empresas, reservatórios de contenção etc.). Todas essas ações articuladas deverão incluir atividades de envolvimento da comunidade e educação ambiental.
- Interinstitucional – envolvendo os setores internos da Prefeitura de Guarulhos, as relações com outros municípios e com o nível estadual, em especial, no que se refere à Gestão Metropolitana e ao Comitê de Bacia do Alto Tietê. Em relação a este último, o município deve participar ativamente de suas atividades e deliberações, incluindo: o detalhamento do Plano de Macro Drenagem do Alto Tietê – PDMAT; a regulação do uso das águas subterrâneas; o detalhamento e atualização do Plano de Bacia do Alto Tietê; a elaboração do relatório periódico da situação dos recursos hídricos; a elaboração de leis específicas e do Plano de Desenvolvimento de Proteção Ambiental para as áreas de mananciais; o zoneamento de uso e ocupação do solo à montante da Barragem da Penha; a regulamentação de leis compensatórias para os municípios detentores de áreas de amortecimento de cheia e para os produtores de água; a gestão de demanda de água, a discussão de propostas técnicas e dos custos de manutenção e operação dos piscinões; a implantação de sistema de suporte de decisão – SSD para o Sistema de Abastecimento de Água da RMSP; a continuidade da avaliação do Projeto Tietê e de projetos de grandes empreendimentos, como o Rodoanel etc.
- Interestadual – abrangendo a Bacia do Paraíba do Sul, em cujo território encontra-se parte do município.

Para possibilitar essa integração é essencial a criação de estrutura governamental municipal, cujas funções incluam:

- cadastramento unificado dos dados, projetos e obras;
- contratação e o gerenciamento dos projetos e obras;
- criação e aplicação de normas que possibilitem o desempenho adequado do Município no campo dos recursos hídricos;
- monitoramento das variáveis e situações relacionadas à drenagem;
- a articulação de órgãos da Prefeitura, que podem ser representados num conselho de aprovação e acompanhamento de intervenções, a ser criado.

No desempenho de suas funções, essa estrutura deverá promover e desenvolver:

- implantação de um sistema de cadastro das redes de drenagem e uma atualização permanente dos dados operacionais dos sistemas hidrológicos e hidráulicos, além de programa de monitoramentos;
- implantação de um sistema gerencial de manutenção e recuperação preventivo do sistema de drenagem, com recursos humanos e financeiros necessários para o seu desempenho;
- implantação de política de autofinanciamento do setor de drenagem, baseado no princípio impactador e poluidor – pagador e no pagamento dos serviços ambientais;
- sistematização de arquivos técnicos;
- melhor atendimento das demandas prioritárias;
- racionalização de trabalhos e uniformização de critérios técnicos;
- incorporação das propostas do PDD e PDMAT nas decisões, dentro de determinadas condições, que incluem:
 - não aceitação do limite de vazão máxima imposto para a Barragem da Penha de 484m³/s, sem que todos os piscinões previstos sejam instalados. É importante ressaltar que a vazão de restrição da Barragem da Penha é discutida no PDD e, em alguns casos, deverá haver contestação; uma vez que seu conceito não foi aprovado pelo Comitê da Bacia do Alto Tietê;
 - necessidade de regulação do sistema de drenagem centralizada. Após o término do Plano Diretor será necessário detalhar, definir critérios por bacia hidrográfica. A divisão das sub-bacias será a base do trabalho e, quanto maior for a obra, maiores deverão ser as exigências do órgão regulador;
 - necessidade de contratação de pessoal especializado para detalhamento da situação de cada

bacia hidrográfica e elaboração de manual (critérios de sistema de drenagem a serem adotados por toda a Prefeitura);

- incorporação dos instrumentos do Estatuto da Cidade, como aqueles que estabelecem a outorga onerosa; a transferência do direito de construir; o direito de preempção, as operações urbanas consorciadas; a concessão real de uso (que não pode ser concedida em áreas de risco); as ZEIs – projetos de urbanização realizados pelo Poder Público; bem como, a avaliação de impacto de vizinhança e as compensações requeridas.

3.3.2 Proteção aos mananciais, à cobertura vegetal existente e demais áreas livres da ocupação

Diretrizes:

- Contribuir para a elaboração do termo de referência e o conteúdo do Plano de Desenvolvimento de Proteção Ambiental – PDPA, do Sub Comitê Tietê – Cabeceiras, no que se refere aos mananciais superficiais e subterrâneos;
- Verificar a possibilidade de obtenção de recursos no Programa de Saneamento Ambiental dos Mananciais do Alto Tietê, coordenado pelo governo estadual, especialmente para aplicação na proteção de áreas de nascentes, controle de erosão e o desassoreamento do Tanque Grande;
- Ampliar o sistema de áreas verdes por bairro e cobertura vegetal de toda a cidade, priorizando a recuperação da mata natural nas cabeceiras, encostas íngremes, fundos de vale e áreas non edificandi; elaborar programa com metas de implantação da expansão de áreas verdes no curto, médio e longo prazo;
- Desenvolver estudos para:
 - estender as Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM) às nascentes da Bacia do Córrego Lavras e Guaraçau entre a APRM Tanque Grande e a Bacia do Rio Jaguari, a partir da cota de 900m, visando assegurar a preservação de suas nascentes e áreas de recarga dos aquíferos situados a jusante;
 - estabelecer uma faixa tampão de preservação ao longo do Parque Estadual da Cantareira, mediante a implantação da APA do Cabuçu de Cima; e
 - implantar uma APRM na Bacia do Uruquara.
- Elaborar e implantar projetos de parques lineares, iniciando-se pelos seguintes córregos e suas sub-bacias: a) Cabuçu de Cima (Curso Superior); b) Baquirivu Guaçu (margem direita, desde a Estrada de Nazaré até a Rodovia Presidente Dutra, margem esquerda no bairro Presidente Dutra e várzeas remanescentes dentro do sítio do Aeroporto, margem esquerda do córrego Taboão, na divisa com Arujá, córrego Cocho Velho na altura da Vila Alzira, até a sua nascente, curso superior do córrego Água Chata, afluentes da margem direita do Baquirivu, especialmente seus cursos superiores e lagoas de Bonsucesso); c) Canal de Circunvalação (margem direita e curso superior do córrego São João, na Vila Augusta e curso superior do córrego dos Japoneses);
- Incentivar a revegetação de solos expostos em áreas públicas e particulares; criando, nesse último caso, política de pagamento de serviços ambientais, incluindo compensações tributárias, mediante lei municipal;
- Formular e implementar política para reverter a expansão da cidade sobre as áreas vegetadas, mediante a reutilização e adensamento das áreas já urbanizadas, e a verticalização das edificações combinadas com a ampliação de áreas verdes;
- Desenvolver política habitacional para segmentos de baixa renda, dentro do atual perímetro urbano;
- Intensificar a fiscalização para impedir a urbanização de áreas periféricas com relevo acentuado, situadas fora do perímetro urbano, em áreas ao longo dos limites dos mananciais e nas demais áreas protegidas no Norte do Município; Conter o avanço do processo de supressão da vegetação natural, tendo como áreas prioritárias o loteamento clandestino “Jardim Fortaleza”, implantado fora da área urbana, que é um forte indutor da ocupação da Bacia do Tanque Grande (APM). Criar uma área tampão protegida ao seu redor, com restrições e exigências específicas; o mesmo vale para a Estrada de Nazaré, que já mostra sinais de degradação da vegetação ao longo de seu traçado.
- Criar unidade de fiscalização florestal na Guarda Municipal, com atribuições que incluam a proteção aos mananciais e APPs, incluindo o controle da faixa *non aedificandi*;
- Elaborar zoneamento das planícies aluviais, a ser incorporado ao zoneamento do município, definindo as categorias de uso e ocupação diferenciadas, que incluam o estabelecimento das áreas a serem mantidas livres para amortecer as inundações.

3.3.3 Controle da erosão e assoreamento

Diretrizes:

- Encaminhar projeto de lei de controle da erosão ao legislativo municipal e qualificar o município para sua aplicação;
- Detalhar mapa de suscetibilidade à erosão, priorizando as ações de fiscalização nas áreas a serem definidas como mais críticas;
- Limitar a execução de grandes movimentos de terra durante as estações chuvosas;
- Incentivar a criação e adoção de novas concepções de projeto, tecnologias e procedimentos de parcelamento, ocupação e edificação nos lotes, que reduzam a necessidade de retirada de vegetação e a movimentação de terra, com base em orientação técnica para parcelamento do solo urbano do IPT;
- Implantar programa de recuperação de áreas degradadas de modo a conter processos erosivos nas áreas e sub-bacias mais críticas do ponto de vista de produção de sedimentos (loteamentos normalmente irregulares e clandestinos, terraplenos isolados, áreas de bota-foras). Neste programa é recomendável utilizar técnicas de proteção superficial de taludes expostos como “Call Jet” e implantar sistemas de drenagem e pavimentação no sistema viário;
- Implantar programa de desassoreamento de córregos e canais, articulado ao controle da qualidade da água e sedimentos e ao seu destino final adequado, considerando os poluentes neles depositados.

3.3.4 Prevenção da ocupação e aterramento de várzeas

Diretrizes:

- Evitar que os órgãos públicos utilizem as margens dos córregos como avenidas;
- Redefinir processo de acompanhamento das exigências efetuadas durante a aprovação dos parcelamentos e obras, até o seu cumprimento final;
- Fazer gestões junto aos órgãos estaduais responsáveis para readequar os métodos e realizar o desassoreamento do reservatório da barragem da Penha, que pode interferir no escoamento dos córregos de Guarulhos;
- Elaborar programa de preservação das faixas remanescentes que não foram ocupadas, a serem definidas com os proprietários dos imóveis, de modo a estabelecer usos compatíveis;
- Iniciar um processo de criação de áreas protegidas nas várzeas ainda preservadas e outras que não têm construções, antecipado-se à sua ocupação e aproveitando seus menores custos de desapropriação para viabilizar projetos de amortecimento de cheias e renaturalização dos córregos;
- Avaliar o passivo das APPs ocupadas ou degradadas, de acordo com a Resolução 369 do CONAMA, incluindo análises de risco;
- Atualizar anualmente o cadastro de áreas de risco, aprimorando as metodologias utilizadas para sua definição.

3.3.5 Recuperação de áreas urbanas degradadas

Diretrizes:

- Elaborar programa de recuperação e saneamento ambiental no Jardim Presidente Dutra e Cidade Satélite Cumbica;

3.3.6 Lei de compensação de impactos decorrentes da urbanização

Diretrizes:

- Evitar a formação e o aumento das áreas de inundação;
- Propiciar intervenções que permitam melhorias no sistema de drenagem;
- Propiciar melhorias sanitárias que possam trazer benefícios na saúde pública;

- Minimizar os danos à propriedade;
- Promover uma maior segurança e proteção da vida;
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida e proteger o meio ambiente.

3.3.7 Manutenção e operação da infra-estrutura de drenagem existente

Diretrizes:

- Promover a substituição progressiva das estruturas sub dimensionadas de micro e meso drenagem (tubos de concreto de diferentes diâmetros);
- Efetuar a limpeza prioritariamente nessas estruturas, enquanto elas não forem substituídas e nos trechos mais críticos do restante do sistema de drenagem;
- Redefinir a competência e os recursos (financeiros, humanos e tecnológicos) dos órgãos responsáveis pela manutenção dos cursos d'água (SEMA, Proguaru e DOADM), de modo a aumentar a eficiência desses serviços;
- Implantar estruturas hidráulicas de retenção de sedimentos (reservatórios de sedimentação), para evitar a sua transferência dos lotes para os cursos d'água e, destes, para jusante;
- Estudar alternativas de reciclagem e redução do material recolhido na limpeza dos córregos e adequar seu destino final;
- Aumentar a disponibilização de coletores coletivos de lixo nas favelas, de modo a evitar o lançamento indiscriminado de resíduos nos cursos d'água;
- Dar continuidade aos serviços de recebimento de entulho e resíduos inertes (Postos de Entrega Voluntária), já implantados e em andamento pela Prefeitura.

3.3.8 Implantação e operação de reservatórios de contenção

Diretrizes:

- Efetuar revisão das propostas de reservatórios propostos pelo PDMAT, comparando-os a outras soluções, de acordo com os critérios de avaliação de custo / efetividade, que considere as questões sociais e ambientais, por sub bacia.

3.3.9 Eliminação de interferências negativas dos grandes empreendimentos

Diretrizes:

- Qualificar o Município para avaliação sistemática dos impactos de grandes empreendimentos, de modo a reduzir seus efeitos negativos nos sistemas hídricos, e no de drenagem, em particular.

3.3.10 Redução de ameaças à saúde e melhoria da qualidade da água

Diretrizes:

- Efetuar levantamento das doenças de veiculação hídrica, relacionadas com as enchentes em Guarulhos, bem como elaborar programa de monitoramento para atualização periódica dessas informações;
- Elaborar mapa de qualidade das águas e correlação com fontes poluidoras, incluindo efluentes industriais e outros;
- Executar obras de canalização da vazão poluída de base²⁹;
- Definir prioridade para tratamento de esgotos nas bacias afetadas por enchentes;
- Criar soluções para destinação adequada de resíduos perigosos;
- Caracterizar as atividades que podem conviver com as áreas sujeitas a inundações, mediante avaliação do seu risco à saúde, tais como: parques, jardins, áreas verdes, campos de futebol, tipos de culturas, estacionamentos para uso periódico;
- Incrementar ações de fiscalização destinadas ao controle de poluição difusa: disposição e armazena-

- mento de produtos tóxicos (solventes, tintas, pesticidas etc.);
- Ampliar a abrangência e a intensidade das ações de controle e fiscalização por parte da vigilância sanitária.

3.3.11 Redução dos riscos e da ocorrência de áreas contaminadas

Diretrizes:

- Qualificar o Município a acompanhar a investigação das áreas potencialmente contaminadas e a elaborar programa para seu gerenciamento, em parceria com a CETESB, considerando a priorização das bacias sujeitas a enchentes, os mananciais e as áreas de recarga dos aquíferos.

3.3.12 Intervenção em áreas críticas de inundação

Diretrizes:

- Implantar programa para avaliação do passivo por sub-bacias hidrográficas, destinado a identificar as condições de risco e sanitárias de ocupações indevidas localizadas nas áreas de APPs, de acordo com a Resolução 369 do CONAMA. Essas avaliações, baseadas em metodologia própria, indicarão as edificações existentes que poderão ser legalizadas após consulta ao Ministério Público e aprovação do Conselho Municipal de Meio Ambiente. É preciso destacar que a utilização da Resolução 369 do CONAMA não pode se transformar numa política de autorização ou anuência para sucessivas ocupações ao longo das áreas de preservação permanente dos cursos d'água, visando sua posterior legalização;
- As intervenções para enfrentar este passivo exigem uma avaliação de cada uma das sub-bacias, considerando o nível de criticidade, número de moradores atingidos, proporção de danos, qualidade das águas, efeitos na saúde pública, e demais incômodos;
- Para enfrentar os problemas decorrentes das áreas críticas (degradação ambiental, perdas econômicas, agravamento das condições de saúde, entre outras), é necessário implantar um sistema de planejamento e gestão baseado nos seguintes critérios e princípios:
 - Adoção de critérios e abordagem interdisciplinar no tratamento dos problemas relacionados às inundações;
 - Adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial básica de gestão e planejamento do sistema de drenagem;
 - Integração de medidas envolvendo as questões urbanísticas e ambientais, incluindo o abastecimento de água, o aproveitamento de mananciais superficiais e subterrâneos, esgotamento sanitário, recuperação da qualidade das águas e política de proteção e recuperação dos mananciais;
 - Acompanhamento da dinâmica das transformações urbanas e de seus impactos no sistema de drenagem;
 - Produção de diretrizes para incorporação no Plano Diretor da Cidade e interação com as suas disposições;
 - Incorporação do conceito de vazão de restrição do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT (DAEE, 2002);
 - Adoção de soluções baseadas na avaliação de melhor relação custo/efetividade;
 - Impedimento de transferência de impactos ou de vazões para a jusante;
 - Priorização das medidas de:
 - ♦ controle de impermeabilização;
 - ♦ preservação e recuperação de áreas de amortecimento de cheias (várzeas), de proteção aos mananciais e de recarga de aquíferos;
 - ♦ controle da expansão urbana e de processos erosivos;
 - ♦ controle da ocupação de Áreas de Preservação Permanente (previstas no Código Florestal);
 - ♦ expansão e preservação da cobertura de áreas verdes;
 - ♦ difusão de dispositivos de infiltração e reservatórios de amortecimento de cheias, ao invés de obras que produzam aceleração das águas pluviais (canalizações);
 - Considerar o controle de inundações como um processo permanente, a ser acompanhado mediante monitoração das mudanças decorrentes da expansão de uso e ocupação do solo, áreas de

- risco e violação das legislações vigentes;
- Transferir os custos de manutenção operação e intervenções no sistema de drenagem para os proprietários de imóveis, em nível proporcional aos impactos por eles causados; As áreas inundáveis, os pontos de alagamento devem ser equacionados no âmbito da sub-bacia hidrográfica. É preciso, para isto, inicialmente, avaliar a dimensão das vazões situadas acima da capacidade de escoamento dos corpos d'água submetidos à enchentes;
 - Proceder ao zoneamento das áreas de risco sujeitas a inundações, considerando-as como zonas de uso especial, com restrição à ocupação e edificação, abaixo de cotas a serem estabelecidas nesse zoneamento. A legislação deverá prever a transferência do potencial construtivo de áreas sujeitas a inundações, para outras em zonas, como forma de assegurar a preservação de espaços para acomodar as cheias.
- Efetuar intervenções nos afluentes da margem esquerda do rio Cabuçu de Cima, destinadas a compatibilizar a micro drenagem com a macrodrenagem, nos córregos Zaporá e São José, Favela de São Rafael, Jacinto e Ana Rita;
 - Estruturar ação conjunta com a Prefeitura de Arujá para relocar as famílias que habitam nas margens do córrego Taboão (Cidade Aracília), submetidas a inundações, para um conjunto habitacional.

Estes critérios e princípios deverão ser incorporados ao conjunto da gestão municipal, em especial, nas áreas de gestão de uso e ocupação do solo, de proteção ambiental e de infra-estrutura. As medidas de controle indicadas para cada sub-bacia deverão fazer parte de um plano, onde serão considerados os riscos potenciais e as respectivas alternativas de intervenção – estruturais ou não estruturais – pertinentes, definidas a partir da avaliação de sua relação custo/efetividade, mediante a aplicação de critérios de seleção, previamente estabelecidos.

3.3.13 Gestão de risco de inundações

Diretrizes:

- Implementar plano de gestão ligado à Defesa Civil, contemplando orientação aos moradores, medidas que incentivem a iniciativa, cooperação e empenho da comunidade para diminuir a possibilidade de risco; medidas reparadoras – envolvendo programas de médio e longo prazo (obras); bem como a gestão eficiente dos recursos para prevenção, correção e recuperação das situações de risco.
- Dar continuidade à implantação de Postos de Entrega Voluntária - PEVs, para evitar o lançamento de objetos, entulhos e pequenos volumes de material nos corpos d'água, associando-a atividades de educação ambiental;
- Execução de intervenções destinadas a propiciar mais segurança e permitir melhor escoamento das águas;
- Atualizar permanentemente os mapeamentos de moradias em áreas de risco e incluir as mais críticas nos programas habitacionais para famílias de baixa renda;
- Fortalecer a organização das comunidades, na implantação de Núcleos de Defesa Civil – NUDECs, nas áreas de risco.

3.3.14 Uso de água subterrânea

Diretrizes:

- Proteger e disciplinar a exploração de águas subterrâneas;
- Avaliar riscos de contaminação de áreas permeáveis;
- Estabelecer prioridades para coleta e tratamento de esgotos, resíduos sólidos nas áreas de recarga, em relação ao restante da cidade; Viabilizar o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental - PDPA das áreas de mananciais superficiais e criar a APA de águas subterrâneas do Baquirivu;
- Implantar programa de gestão de recursos hídricos subterrâneas, envolvendo um cadastramento dos poços existentes e de seus usuários, destinado a identificar as zonas críticas de superexploração e estabelecimento de um efetivo sistema de outorga e licenciamento, em parceria com órgãos responsáveis do governo estadual;
- Incluir nos procedimentos de licenciamento de parcelamentos, obras e atividades critérios de proteção das águas subterrâneas, especialmente para as áreas mais vulneráveis.

3.3.15 Aproveitamento de água de chuva, reuso e sustentabilidade dos recursos hídricos

Diretrizes:

- Estimular o aproveitamento das águas de chuva em empresas e residências, implantando programas que contemplem:
 - Apoio técnico e divulgação das vantagens econômicas para seu uso; Elaboração de legislação que preveja a concessão de estímulos e vantagens econômicas para sua adoção;
 - Adaptar a lei de compensação dos impactos decorrentes da impermeabilização do solo para propiciar o aproveitamento dessas águas e, ainda, implantar modelo piloto de utilização dessas águas.
- Proteger, preservar e recuperar os mananciais superficiais utilizados para abastecimento público, tanto os atuais, cada vez mais deteriorados, como aqueles mais afastados dos centros de consumo;
- Recuperar, progressivamente, os cursos d'água superficiais, atualmente intensamente poluídos, de modo a propiciar melhores condições sanitárias e ambientais para a população;
- Proteger e assegurar uma exploração equilibrada dos mananciais subterrâneos, de modo a evitar contaminações e retirada excessiva de água, priorizando o seu uso para consumo humano;
- Implantar programa de tratamento de esgotos propiciando melhores condições de saneamento ambiental do Município;
- Incentivar e implantar programas de reuso da água não potável, tanto na reciclagem dos efluentes de cada empresa, isoladamente, como no tratamento dos esgotos, de modo a permitir a obtenção de água não potável de qualidade adequada para usos menos nobres.

Todas estas diretrizes estão fundamentadas numa estratégia de enfrentar as necessidades crescentes de água, a partir do aproveitamento prioritário dos recursos hídricos disponíveis no Município, mediante a aplicação de políticas para a sua conservação, preservação e recuperação. Uma política de manejo das águas pluviais deve fazer parte desta estratégia, sob risco de se adotar medidas parciais, que não tenham perspectiva de sustentabilidade.

Por outro lado, deve ser combatida a expansão periférica e promover a manutenção de grandes vazios no interior da área urbana. Essa política tem atendido a interesses especulativos prejudicando a população pobre - obrigada a morar em locais distantes, para fugir dos preços artificialmente elevados - e o conjunto da cidade, por sofrer e pagar pelas consequências sócio-ambientais e econômicas de um negócio que tem poucos beneficiários.

4 SÍNTESE DE PROPOSTAS

De todo o conjunto de propostas apresentadas, são destacadas a seguir aquelas consideradas essenciais e prioritárias para implementação, organizadas de acordo com os principais objetivos a que elas se propõem a alcançar, em relação à situação de Guarulhos no tocante a recursos hídricos e às inundações, em particular.

OBJETIVO 1: Capacitar o Município de Guarulhos para a Gestão e o Manejo de Águas Pluviais, buscando-se dotá-lo dos meios político-institucionais, administrativos, financeiros e técnicos necessários para enfrentar as perspectivas de agravamento dos eventos de inundações, suas atuais conseqüências e o passivo acumulado.	
DIRETRIZES	Criar um sistema articulado de gestão entre os diferentes setores da administração municipal que partilham responsabilidades e atribuições em relação aos recursos hídricos.
	Criar um núcleo ou organismo coordenador, com ascendência hierárquica e os demais meios necessários para tratar das questões de recursos hídricos, incluída a gestão das inundações.
	Qualificar os quadros técnicos e operacionais.
	Criar canais para a participação cidadã na deliberação sobre as políticas municipais nesse campo, ou com interfaces sobre ele.
	Capacitar o município para lidar com as políticas externas ao seu território, que tenham interferência ou se mostrem determinantes no equacionamento de problemas e nas possibilidades de utilização dos recursos hídricos.
	Representar o Município na formulação de instrumentos de gestão intermunicipais, destacando-se: Plano de Desenvolvimento e Proteção aos Mananciais e Lei Específica, objetivando a proteção aos mananciais e aquíferos, incluindo o controle de sua exploração; e Plano de Manejo e Zoneamento da APA da Várzea do Tietê, de modo a assegurar a sua capacidade de acomodação de cheias e proteção ambiental.
	Criar uma unidade de fiscalização florestal na Guarda Municipal, com atribuições que incluam a proteção aos mananciais e APPs, incluindo o controle da faixa non aedificandi.
	Criar uma Política de Pagamento e Compensação de Serviços Ambientais propiciados pela manutenção dos ecossistemas.
OBJETIVO 2: Reduzir o agravamento das inundações que se verifica pelo avanço da ocupação, degradação de áreas estratégicas e pelas alterações climáticas, através de medidas destinadas a assegurar os atuais espaços das águas, sejam aqueles naturais, como aqueles criados através de grandes investimentos na infra-estrutura urbana, já realizados.	
DIRETRIZES	Conter a expansão urbana para o setor Norte do Município, voltando-a para áreas mais favoráveis, como no setor Leste, dentro do perímetro urbano atual ³⁰ .
	Fomentar o adensamento e a verticalização das áreas já urbanizadas, para permitir a manutenção dos espaços livres de construção para revegetação.
	Implementar programa de preservação das várzeas, a ser iniciada nas sub bacias mais críticas de inundação.
	Assegurar a não progressão da ocupação das APPs, com ênfase naquelas situadas nos fundos de vale.

OBJETIVO 3: Reduzir as conseqüências dos casos mais críticos de inundação e equacionar os pequenos alagamentos; buscando-se estabelecer formas de convivência menos danosa e insalubre com as inundações; melhorando a qualidade dos espaços e da infra-estrutura por onde passam as águas pluviais.

DIRETRIZES	Implantar programa de recuperação das várzeas e das APPs ao longo dos cursos d'água ³¹ , de acordo com as diretrizes da Resolução Conama 369/06.
	Conter e remover a ocupação na APA da Várzea do Tietê, no trecho do Bairro Itaim
	Avaliar a situação das áreas mais críticas de inundação no contexto de sua sub bacia, para tomada de decisão quanto à remoção das populações, quando necessária, mais afetadas, implantação de piscinões a montante dessas áreas (articulada ao equacionamento dos esgotos, das áreas contaminadas e dos locais de lançamento de resíduos), ou mesmo a requalificação dessas áreas para servirem ao amortecimento de cheias. As áreas a serem avaliadas, prioritariamente, são as seguintes: Bacia do Baquirivu Guaçu, em especial nas sub bacias dos córregos Cachoeirinha, Capão da Sombra e Água Suja.
	Aprovar e aplicar a legislação de controle de erosão (proposta a seguir), iniciando-se pelas sub bacias mais críticas, como as situadas na margem direita do Baquirivu Guaçu, em especial nas sub bacias dos córregos Lavras, Tanque Grande, Água Suja, Capão da Sombra, Cachoeirinha e Taboão e do Canal de Circunvalação, Japoneses/Cocaia e Cubas.
	Intensificar as atividades de desassoreamento nas sub bacias mais críticas de erosão.

OBJETIVO 4: Reequilibrar o regime hídrico, diminuindo-se os picos das cheias e das estiagens em níveis capazes de superar os efeitos das mudanças climáticas, assegurando o uso sustentável das águas, reduzindo o risco de ocorrência de situações de escassez e de inundações, através da adoção de medidas de ampliação dos espaços atualmente disponíveis para a acomodação, produção e depuração das águas superficiais e subterrâneas.

DIRETRIZES	Criar três Unidades de Conservação (APAs Cabuçu de Cima; Nascente do Lavras e Guaraçau; e Ururaquara) no setor Norte do Município, para assegurar as funções ambientais (que incluem o controle de cheias) das áreas de cabeceira, fomentando a recuperação de sua vegetação.
	Avaliar as áreas livres remanescentes e integrá-las, através da implantação de parques lineares, em parceria com setor privado e outros níveis de governo, com a finalidade de assegurar espaços para acomodação das cheias e contribuir para a melhoria da qualidade ambiental urbana; iniciando-se pelos seguintes córregos e suas sub bacias: Cabuçu de Cima (Curso Superior); Baquirivu Guaçu (margem direita, desde a Estrada de Nazaré até a Rodovia Presidente Dutra, margem esquerda no bairro Presidente Dutra e várzeas remanescentes dentro do sítio do Aeroporto, margem esquerda do córrego Taboão, na divisa com Arujá, córrego Cocho Velho na altura da Vila Alzira, até a sua nascente, curso superior do córrego Água Chata, afluentes da margem direita do Baquirivu, especialmente seus cursos superiores e lagoas de Bonsucesso); Canal de Circunvalação (margem direita e curso superior do córrego São João, na Vila Augusta e curso superior do córrego dos Japoneses).
	Implementar programa de reuso das águas, mediante a disponibilização dos efluentes tratados nas ETEs, fomentando a adoção dessa prática junto aos grandes consumidores de água não potável.
	Implementar programa de aproveitamento das águas das chuvas, abrangendo diferentes categorias de lotes, edificações e de consumidores, articulado ao uso dos reservatórios requeridos para compensação dos impactos da impermeabilização do solo.
	Ampliar programa de recomposição e expansão da cobertura vegetal, abrangendo o fomento à revegetação dos lotes, glebas e o plantio nas ruas, praças e demais áreas e equipamentos públicos.

Tabela 4 – Síntese das diretrizes prioritárias e estratégicas do Plano Diretor de Drenagem.

5 Projeto de Lei: Disciplina as obras de movimentação de terra e o controle da erosão.

Artigo 1º. - São objetivos desta lei:

- I. Evitar a formação de processos erosivos e conseqüentemente, o carreamento de sedimentos para os corpos d'água;
- II. Reduzir a perda de solos férteis, promovendo sua preservação e reutilização em áreas verdes;
- III. Evitar a movimentação de terra abusiva, que envolva excesso de volumes de cortes e aterro além da exposição do solo;
- IV. Aproveitar ao máximo os solos disponíveis na área do empreendimento, evitando a importação de materiais de empréstimos;
- V. Preservar a vegetação de acordo com os dispositivos legais e incentivar a expansão e a conservação da cobertura vegetal;
- VI. Disciplinar o uso adequado de áreas destinadas a depósitos de materiais excedentes exigindo medidas de controle previstas em lei;
- VII. Evitar a retirada abusiva de materiais de empréstimo, disciplinando a sua exploração;
- VIII. Evitar a execução de movimentação de terra que gerem instabilizações de taludes;
- IX. Assegurar a recuperação de áreas degradadas causadas por movimentação de terra;
- X. Reduzir e mitigar os impactos negativos gerados pelo movimento de terra, especialmente as alterações paisagísticas capazes de gerar impactos visuais;

Artigo 2º. - Na execução de movimento de terra o proprietário deverá tomar medidas destinadas a controlar erosões e o carreamento de sedimentos para o sistema de drenagem ou para as áreas vizinhas e terrenos adjacentes.

Artigo 3º - Para efeito desta lei os conceitos e termos utilizados constam do Anexo I.

Artigo 4º - A fim de assegurar o cumprimento do artigo 2º, o proprietário deverá implantar medidas de proteção à erosão, retenção de sedimentos e disciplinamento do escoamento das águas.

Artigo 5º - Dependerá de licença prévia a ser expedida pelo executivo municipal as obras de movimento de terra que se enquadram nas seguintes situações:

- a. Movimento de 1.000m³ (mil metros cúbicos) ou mais de material inerte, tais como solos, rochas, sedimentos ou resíduos de construção e demolição;
- b. Localização de terreno em área lindeira a nascentes, cursos d'água ou linhas de drenagem ou lagoas;
- c. Áreas com matacões ou afloramentos de rocha;
- d. Localização do terreno em área de várzea, alagadiça, de solo mole ou sujeito a inundações;
- e. Localização do terreno em área de preservação permanente ou com vegetação nativa, em unidades de conservação ou outras áreas especialmente protegidas;
- f. Localização do terreno em área com substrato geológico pedológico potencialmente suscetível à erosão;
- g. Ocorrência de declividade superior a 30% (trinta por cento), para desníveis iguais ou superiores a cinco metros, mesmo em parte do terreno;
- h. Modificação da superfície ou topografia do terreno em área igual ou superior a quatro mil metros quadrados.

§1º. A licença somente será concedida se o projeto das obras estiver de acordo com as recomendações técnicas definidas pelo Executivo Municipal.

§2º. As obras iniciadas sem a devida licença de movimentação de terra serão embargadas.

Parágrafo 1º - Não é permitida a execução de movimentação de terra em Áreas de Preservação Permanente (APP), exceto nas condições e situações previstas na legislação vigente.

Parágrafo 2º- As áreas sujeitas a enchentes identificadas e mapeadas pelo Plano Diretor de Drenagem Municipal, considerando os usos admitidos na legislação de uso e ocupação do solo só poderão ser aterradas mediante avaliação de eventuais impactos gerados e sua mitigação e compensação.

Parágrafo 3º- É obrigatório o reaproveitamento da camada superior de solo fértil em áreas superiores a 300m² (trezentos metros quadrados).

Parágrafo 4º- Todos os objetivos elencados no Artigo 1º e demais itens desta legislação deverão ser contemplados já no próprio projeto de movimento de terra para fim de licença prévia.

Parágrafo 5º- O Projeto de lei deverá discriminar o objetivo ou uso a que se destina.

Artigo 7º - O projeto de movimentação de terra deverá ser elaborado tendo em vista:

- I. a mínima alteração da topografia do terreno e de sua superfície através da compensação entre cortes e aterros;
- II. a mínima exportação e/ou importação de solo;
- III. o reaproveitamento obrigatório da camada superior de solo fértil em área superior a 1000 m².

IV Medidas de prevenção à erosão.

Artigo 8º- Serão consideradas infrações passíveis de aplicação de multas os seguintes casos:

- a. execução de movimento de terra em desconformidade com o projeto aprovado;
- b. Paralisação temporária injustificada da movimentação de terra;
- c. Despejo de material em via pública em áreas não autorizadas;
- d. Assoreamentos nos sistemas de drenagem;
- e. Formação de áreas instáveis em taludes de cortes e aterros.

Artigo 9º - Por ocasião da conclusão da movimento de terra o proprietário ou o responsável técnico pela obra deverá requerer a expedição do respectivo Auto de Conclusão.

Parágrafo único - A expedição do Auto de Conclusão dependerá da solução das autuações aplicadas à obra.

Artigo 10º - Os terrenos erodidos em função do abandono de obra de movimentação de terra até a data da promulgação desta lei, deverão ser regularizados nos termos desta lei num prazo a ser definido pelo Executivo Municipal.

Artigo 11º- As condições, exigências, procedimentos, prazos, taxas, infrações, penalidades e multas para o licenciamento e execução de obras de movimentação de terra em loteamentos, áreas de empréstimo, mineração, depósitos de material excedente, obras civis (desmatamentos), assim como em situações que impliquem em áreas de risco geológico-geotécnico, serão regulamentadas pelo Executivo Municipal.

Artigo 12º- Esta lei entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em especial os artigos nºs. 117 118, e 119 da Lei Municipal nº. 5617/2000 (Cód. de Obras) e Lei Municipal nº. 3425/89.

Parágrafo único: As despesas decorrentes com a execução da presente lei correrão por conta de verbas próprias, consignadas no orçamento e suplementadas se necessário.

ANEXO I

- I. Área de empréstimo: jazida de solos minerais e rochas utilizados em obras de movimentação de terra situadas em locais externos ao terreno onde se encontra;
- II. Área de risco geológico-geotécnico: áreas onde exista o perigo ou a possibilidade de perigo de ocorrência de danos materiais ou sociais advindos de escorregamentos ou processos correlatos;
- III. Assoreamento; processo de acumulação excessiva de sedimentos e/ou detritos transportados por via hídrica, em locais onde a deposição do material é maior do que a capacidade de remoção natural pelos agentes de seu transporte;
- IV. Degradação da qualidade ambiental: alteração adversa das características do meio ambiente;
- V. Depósito de material excedente: terreno utilizado para recebimento de materiais inertes, tais como solos, rochas, sedimentos e resíduos de construção e demolição;
- VI. Erosão: processo de desprendimento e carreamento de partículas de solo e/ou rocha por agentes naturais tais como as águas pluviais e fluviais, pela ação da gravidade, ou pelo vento por ação da dinâmica atmosférica;
- VII. Escorregamento: movimento gravitacional de massa de solo e/ou rocha sobre uma superfície definida;
- VIII. Impacto zero: princípio que estabelece que toda obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente deve adotar medidas que anulem o impacto ambiental causado;
- IX. Movimentação de terra: conjunto de processos que envolvem escavações (cortes), aterros e transportes de solos e/ou rochas, **resíduos de construção e demolição** necessários em obras civis, áreas de empréstimo, depósitos de material excedente e mineração, causadores de alterações na superfície e/ou topografia, e do sistema de drenagem;

- X.** Nascente: local na superfície natural dos terrenos onde aflora água subterrânea. O mesmo que surgência d'água e olho d'água;
- XI.** Obra de prevenção de erosão: conjunto de medidas que garantam a proteção do solo com relação ao desenvolvimento dos processos erosivos e de instabilização, incluindo se necessariamente entre elas as seguintes:
- a)** regularização da superfície do terreno e compactação do solo;
 - b)** retaludamento;
 - c)** captação e condução das águas pluviais e implantação de mecanismos de dissipação de energia das águas nos pontos de lançamento;
 - d)** drenagem de sub-superfície;
 - e)** revestimento superficial com material resistente à erosão ou cobertura vegetal;
 - f)** estrutura de contenção;
 - g)** Implantação de dispositivos hidráulicos para retenção de sedimentos e resíduos sólidos.

Auto de conclusão: Formalização, por parte do poder municipal, atestando a conclusão da obra dentro das especificações previstas em lei.

Obra de recuperação de erosão: conjunto de medidas corretivas destinadas à eliminação dos sulcos de erosão e impedimento do seu desenvolvimento posterior.

Poluidor-pagador: princípio que estabelece a obrigatoriedade do pagamento de taxas ao poder público para a manutenção da qualidade ambiental às atividades que causem degradação ambiental

Proprietário: o detentor do título de propriedade ou do direito real de uso do terreno e seus sucessores a qualquer título.

Resíduos sólidos: aqueles provenientes: I) atividades industriais, atividades urbanas (doméstica e de limpeza urbana), comerciais, de serviços de saúde, rurais, de prestação de serviços e de extração de minerais; II) sistemas de tratamento de águas e resíduos líquidos cuja operação gere resíduos semilíquidos ou pastosos, enquadráveis como resíduos sólidos.

Sedimentos: partícula sólida, mineral ou orgânica, transportada pela água ou pelo vento;

Sistema de drenagem: conjunto de elementos naturais e construídos destinados a captar e conduzir a águas pluviais e de subsolo;

Solo fértil: camada superficial orgânica e mineral suficiente para o desenvolvimento de espécies vegetais.

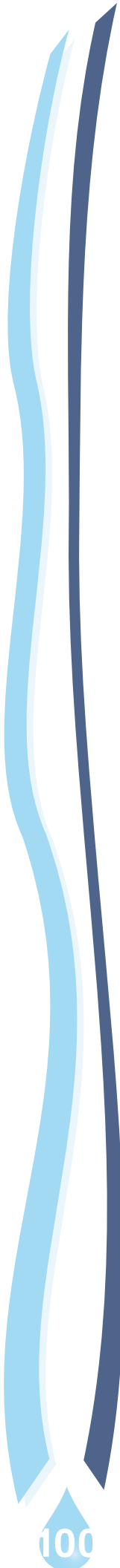
Terreno erodido: aquele que apresenta sulco de erosão de profundidade superior a 10 cm (dez centímetros);

Terreno suscetível à erosão: aquele que não apresenta cobertura vegetal ou proteção por meio de capeamento do solo com material resistente aos processos erosivos formado por substrato geológico –pedológico frágil.

6 Notas

1. Bacia Hidrográfica é uma região cujas águas da chuva escorrem para um mesmo rio ou lago ou, em outras palavras, uma porção de área drenada por um rio principal e seus afluentes.
2. Reservatórios de detenção: são projetados principalmente, para controle de vazão dos corpos d'água, sendo esvaziados algumas horas após as chuvas. Embora tenham a capacidade de reter parte dos materiais trazidos pelas águas, sua contribuição para a remoção dos poluentes é muito pequena (Tucci e Genz, 1995).
3. Reservatórios de retenção: Possuem uma porção d'água permanente no seu leito (volume morto), destinada a evitar o crescimento da vegetação indesejável e uma lâmina variável que é preenchida e esvaziada durante as cheias freqüentes. São projetados para uso múltiplo: controle de vazões e um controle melhor da qualidade das águas (Tucci e Genz, 1995).
4. Isto ocorre na região metropolitana, onde há um sistema de bombeamento que hoje é utilizado para tentar evitar inundações nas várzeas dos rios Pinheiros e Tietê, que estão completamente urbanizadas. Esse sistema desvia parte das enchentes desses rios para o reservatório Billings, que foi criado para acumular água com a finalidade de gerar energia em Cubatão. Esse reservatório passou a ser utilizado para abastecer milhões de pessoas da região metropolitana e a transferência de cheias para ele tornou-se uma ameaça ainda maior à saúde da população.
5. *"A elevação da temperatura (no meio urbano) (...) cria condições de movimento de ar ascendente, podendo aumentar as precipitações. Silveira (1977) mostra que a parte central de Porto Alegre apresenta maior índice pluviométrico que a sua periferia, atribuindo essa tendência à urbanização. Como na área urbana as precipitações críticas de baixa duração são as mais intensas, essas condições contribuem para agravar as enchentes urbanas"* (TUCCI, 2002: 478).
6. Ver no site www.ipcc.ch os relatórios publicados pelo "Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas – IPCC (sigla em inglês).
7. *"Mais calor significa também mais energia para tempestades tropicais, furacões e outros eventos climáticos extremos. De acordo com o climatologista Carlos Nobre, do INPE, alguns estudos mostram que a intensidade dos furacões, tufões e ciclones tropicais vem crescendo nos últimos 30 anos. A causa é atribuída ao aumento das temperaturas do Oceano Atlântico Tropical, que está 0,5° C mais quente do que há 40 anos. Em 2005, aconteceram 360 desastres naturais, um aumento de 18% em relação ao ano anterior. O número de pessoas afetadas também cresceu para 157 milhões, 7 milhões a mais do que em 2004. Entre 1980 e 1984, foram 550 milhões de pessoas afetadas. No período de 2000 a 2004, o número passou para 1,4 bilhão. O levantamento inclui a ocorrência de terremotos, ondas gigantes, enchentes, tempestades e secas. De acordo com levantamento realizado pelo Worldwatch Institute (WWI), em 25 anos, 12 mil desastres relacionados ao clima causaram 620 mil mortes e uma perda de US\$ 1,3 trilhão. Nos últimos dez anos, o prejuízo é estimado em US\$ 570 bilhões. Nas duas últimas décadas, os danos financeiros cresceram 300%. As grandes metrópoles contribuem com o aquecimento global, mas também serão uma das vítimas preferenciais desse aquecimento. Regiões metropolitanas ficarão mais sujeitas a inundações, enchentes e desmoronamentos em áreas de risco. Quase um terço da população brasileira vive em apenas 11 regiões metropolitanas, e parcela significativa reside em favelas e áreas degradadas. Os cálculos do governo federal indicam que o crescimento populacional ocorrerá principalmente nas áreas urbanas, superando 200 milhões de habitantes em 2020. As inundações urbanas já causam um prejuízo anual superior a US\$ 1 bilhão, segundo o Caderno de Saneamento Ambiental publicado em 2004 pelo Ministério das Cidades. A publicação também informa que apenas 26,3% dos municípios brasileiros dispõem de alguma infra-estrutura de drenagem, e faltam sistemas de manejo de águas pluviais. (...) As metrópoles, grandes fontes de gases do efeito estufa, ficarão cada vez mais sujeitas a enxurradas e deslizamentos."* (GREENPEACE, 2006: 12).
8. A avaliação do escoamento superficial pode ser feita pelo coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio que é a razão entre a quantidade ou volume de água escoado superficialmente e o volume que gerou o deflúvio. Os seus valores dependem de várias variáveis como o uso do solo (mais importante), o tipo de solo percorrido, as declividades do terreno, a umidade antecedente do solo, a intensidade da chuva e outras de menor importância
9. O Mapa de Bacia e Sub Bacias Hidrográficas e Inundações contém as sub bacias do município e para cada unidade, as suas respectivas áreas, o percurso aproximado do curso d'água até a sua foz e a sua declividade longitudinal aproximada. Esta divisão tem o objetivo de servir para o cadastramento e organização de todos os dados e informações hidrológicas e intervenções que possam ocorrer no seu âmbito. O critério de divisão utilizado também foi adotado pelo Plano Diretor de Esgotos.
10. Jusante significa "rio abaixo", enquanto que 'montante' quer dizer o contrário.
11. A Unidade Sedimentar é formada pelo Grupo Taubaté, subdividido em formações Resende, Tremembé e São Paulo, superpostas pela Formação Itaquaquecetuba; e a Unidade Cristalina - composta por rochas granitóides e metamórficas - encontradas nos domínios das rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino (HIRATA e FERREIRA, 2001).

12. Parecer do Engenheiro Plínio Tomaz, Água Industrial, setembro de 2005.
13. Essa linha demarcatória está estabelecida no zoneamento vigente até o início de 2007.
14. É a vazão máxima (volume de água que passa em um determinado ponto do rio ou córrego em um determinado tempo) que alcança um curso d'água (rios ou córregos) durante as chuvas intensas.
15. Corresponde ao tempo de duração de precipitação (chuva) máxima de uma determinada bacia hidrográfica.
16. É a quantidade de água que chega aos cursos d'água no período de não ocorrência de chuvas.
17. Frequência que ocorre uma inundação com uma determinada intensidade.
18. Deposição de sedimentos (materiais diversos) transportados pelas águas superficiais nos cursos d'água.
19. Atividades de remoção dos sedimentos nos cursos d'água, executados normalmente com o emprego de equipamentos como drag line.
20. Este valor é composto por dois tipos de sedimentos: a 'carga de lavagem' e a 'carga sólida total do leito'. A primeira, por ser muito fina, normalmente, não é encontrada no leito dos cursos d'água, sendo carregada em suspensão, enquanto que a segunda (carga sólida total do leito) fica depositada no leito, podendo uma parte ser mobilizada por suspensão, uma vez que as partículas maiores se movimentam unicamente por rolamento, arraste ou saltitação.
21. Os referidos estudos avaliaram que 30% da descarga total corresponde ao transporte sólido em suspensão, ou seja, 365.000 m³/ano e os 70% restantes (850.000 m³/ano) são conduzidos pelo leito do rio (descarga total do leito). Parte desta descarga de fundo é transportada em suspensão, quando submetida a ondas de cheia, e apenas 1% (8.500 m³/ano) é movimentada lentamente no fundo, constituindo a parcela retida, formando os processos de assoreamento, propriamente ditos do Rio Baquirivú Guaçu. Significa, portanto, que o equivalente à carga de, aproximadamente, 170.400 caminhões de sedimentos são anualmente transportados pelo Rio Baquirivú Guaçu para o Tietê (a maior parte em suspensão), ficando retidos na Barragem da Penha, e outros 1.740 caminhões, aproximadamente, seriam necessários para transportar os sedimentos acumulados no seu leito.
22. Maior ou menor capacidade do solo e seus constituintes em resistir à infiltração de contaminantes.
23. 2006: dados parciais. Dados até 08/03/07.
24. Período de Retorno: corresponde ao tempo em que deverão ocorrer valores de vazões iguais ou superiores a um determinado valor estipulado, ou o intervalo de tempo entre duas vazões de igual magnitude.
25. Ver em http://dedac.eng.usm.my/html/publish/2004_21.pdf
26. Ver em ALFAKIH, E.; MIRAMOND, M. Urban storm water management and sustainability. URGC - INSA de Lyon – France. <http://u001.arch.cf.ac.uk/petus/graphics/FRArep0303.pdf>
27. Ver as conclusões do 4º Fórum Mundial da Água, realizado no México em 2006, que teve uma de suas sessões dedicadas ao tema "Mudança Climática Global e a Mitigação das Inundações Urbanas".
28. Destacam-se algumas propostas que vêm sendo divulgadas para se enfrentar as mudanças climáticas: i) Realizar investimentos em sistemas de drenagem urbana e tratamento de efluentes para reduzir o impacto das enxurradas e utilização do metano liberado nos aterros sanitários para geração de energia; ii) Estabelecer sistemas de alerta para orientar a população em caso de eventos climáticos extremos, como enchentes e desabamentos. (GREENPEACE, 2006:44). Além disso, "Com a previsão de aumento da frequência de episódios de chuvas intensas, vários setores econômicos terão que se adaptar, como o setor de construções de barragens e grandes obras de engenharia, uma vez que o período de recorrência de enchentes poderá se modificar, avalia Carlos Nobre, do INPE. A aceleração do ciclo hidrológico vai aumentar a frequência de tempestades severas e intensas, com aumento de deslizamentos de terra em encostas, enchentes e inundações." (GREENPEACE, 2006:52)
29. Consiste em canalizar apenas as águas poluídas de um curso d'água em sua vazão de estiagem, ou seja, a sua vazão de base, sem se considerar o acréscimo de vazão de qualquer chuva, o que permite o uso de condutos de diâmetros bem menores que os usados para o dimensionamento das grandes vazões provocadas por chuvas com períodos de retorno considerados.
Desta forma, as águas poluídas são segregadas, deixando-se a seção maior do curso d'água livre para escoar as águas das nascentes, do lençol freático e das grandes chuvas.
Por se tratar de vazões pequenas podem ser usados condutos de PVC, que por serem leves, permitem assentamentos manuais dentro do próprio álveo, junto à margem(s), e praticamente sem a necessidade de



remoção de imóveis, quando se tratar de córregos confinados por construções. Além do custo de cerca de 10 vezes menor que as obras tradicionais, contribuem de imediato com a recuperação de áreas degradadas pela poluição das águas, sem prejudicarem futuros cronogramas da implantação de coletores troncos.

Em locais em que esse tipo de obra foi aplicado, a saber, em trechos de córregos e valas nos bairros dos Jardins Ansalca e Triunfo (processos administrativos números 23.925/2004 e 28.102/2007) e nos Jardins Cumbica e Nova Cumbica, os fundamentos que nortearam a proposta se mostraram sobejamente consistentes sob o ponto de vista técnico e proporcionaram enormes benefícios ambientais, traduzidos na ausência de mau cheiro e da diminuição considerável de vetores (ratos e insetos) transmissíveis de doenças características das águas contaminadas por esgotos.

A completar este tipo de canalização são assentadas, concomitantemente e junto ao talude do córrego, linhas coletoras de esgotos do tipo condominial. Todas essas águas (as da vazão de base e as de esgotos) são assim coletadas e encaminhadas para locais mais adequados, podendo ser estudada a possibilidade de serem conduzidas a uma estação de tratamento de esgoto.

30. A atual lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo, nº6.253, de 24 de maio de 2007, transformou as áreas rurais em Zona de Proteção e Desenvolvimento Sustentável (ZPDS), subdividida em três categorias: ZPDS 1, 2 e 3. Nestas áreas estão permitidas, entre outras atividades e usos, o residencial, que vai de de lotes mínimos de 500m² até 4.000 m² em loteamentos residenciais fechados, sujeito à apresentação de EPIV/RIVI, além de uso industrial I1, definidos pela legislação Estadual, com lote mínimo de 50.000 m².
31. A faixa de 6 (seis) metros estabelecida no Código de Edificações e Licenciamento Urbano do Município, lei nº6046 de 05 de novembro de 2004, deve ser ampliada por ser totalmente incompatível com a legislação existente e com os objetivos deste plano.

7 REFERÊNCIAS

ALFAKIH, E.; MIRAMOND, M. Urban storm water management and sustainability. URGC - INSA de Lyon – France. <http://u001.arch.cf.ac.uk/petus/graphics/FRArep0303.pdf>

ANDRADE, M.R.M. de. Cartografia de Aptidão Física Para o Assentamento Urbano do Município de Guarulhos-SP. Subsídios para o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Economia e Planejamento, Prefeitura Municipal de Guarulhos, 2001.

_____, Mapa Geomorfológico de Guarulhos, 2001.

BIDONE, F. e TUCCI, C.E.M., Microdrenagem, IN: Drenagem Urbana, Tucci, C.E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.

BINDER, W. Rios e Córregos. Preservar - Conservar - Renaturalizar. A recuperação de Rios. Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental. SEMADS. Rio de Janeiro, 1998.

CEPAS/1986).....

CAMPANA, N.A. e TUCCI, C.E.M., Estimativa de Área Impermeável em Bacias Urbanas, RBE- Caderno de Recursos Hídricos, V. 12, nº 2, 1994.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB, Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, CETESB, 2001.

_____, Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, 2006.

CRISTOFOLETTI, A ,Geomorfologia , 2a.Ed. Editora Edgard Blücher Ltda,1980.

CRISTOFOLETTI,A, Geomorfologia Fluvial, Vol.1, Canal Fluvial, Editora Edgard Blücher Ltda,1981.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE, Análise Geológica e Caracterização dos Solos da Bacia do Alto Tietê para Avaliação do Coeficiente de Escoamento Superficial, Relatório PDAT 1-GL-RT-037 - VER. 0, 1998.

_____, Consórcio Enger / Promon / CKC. Plano Diretor de Macro-drenagem da Bacia do Alto Tietê – Análise Geológica e caracterização dos solos da Bacia do Alto Tietê para avaliação do coeficiente de escoamento superficial. São Paulo, 2001.

_____, Plano Diretor de Macro-drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - Fase II - Bacia do Baquirivu Guaçu, Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas, 2002.

_____, Bacia do Rio Baquirivu Guaçu, Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas, Plano Diretor de Macro-drenagem da Bacia do Alto Tietê, Fase II, 2002-1.

_____, Canal de Circunvalação –Margem Direita, Plano Diretor de Macro-drenagem da Bacia do Alto Tietê, 2.002-2.

_____, Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, escala 1:1.000 000. DAEE, IG, IPT, CPRM, Coord. Geral - Gerôncio Rocha, São Paulo, 2005.

DINIZ, H. N., Projeto para implementação Técnica para subsidiar o Gerenciamento das águas Subterrâneas no Plano Diretor de Drenagem do Município de Guarulhos, São Paulo, Guarulhos, 2003.

EMPLASA, Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo, São Paulo, 1984.

FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de. 'Vulnerabilidade e impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos'. Cadernos NAE, 3, vol.1: 198-206, 2005. <http://www.nae.gov.br>

FINOTTI, A. R., CAICEDO, N. O L. e RODRIGUEZ, M. T. R., Contaminações Subterrâneas com Combustíveis Derivados de Petróleo: Toxicidade e a Legislação Brasileira, IN: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol.6, nº.2, 2001.

GENZ, F. e TUCCI, C. E. M, Infiltração em superfícies urbanas, IN: Revista Brasileira de Engenharia – RBE, Caderno de Recursos Hídricos, vol.13. nº 1, 1995.

GREENPEACE. Mudanças do Clima, Mudanças de Vidas - Como o aquecimento global já afeta o Brasil. Greenpeace Brasil. Agosto, 2006.

GUERRA, A. T., Dicionário Geológico – Geomorfológico, IBGE, 1989.

- GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S.B. da, Editora Bertrand, Brasil, 1994.
- GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S.B. DA, Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos, 2a.ed., Bertrand Brasil, 1995.
- HERNANDEZ, V., Chuvas na Região Urbana de São Paulo, IN: XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e II Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa, 1994.
- HESPAHOL, I. Potencial de Reuso da Água no Brasil, In: MANCUSO, P.C.S. dos Santos. Reuso da Água. Faculdade de Saúde Pública, USP, H. F. Editores, São Paulo, 1992.
- HIRATA, R.C.A e FERREIRA, L.M.R., Os Aquíferos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: Disponibilidade Hídrica e Vulnerabilidade à Poluição, Revista Brasileira de Geociências, 31, 2001.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO –IPT. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:1.000.000, São Paulo ;1981.
- IPT, 1993 (erodibilidade?)
- INFANTI Jr., N. e FORNASARI FILHO, N., Processos da Dinâmica Superficial, IN: Geologia de Engenharia, OLIVEIRA, A. M. dos S. e BRITO, S.N. A de, Ed. , Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE, São Paulo, 1998.
- MARENGO, José A. e NOBRE, Carlos A. 'Lições do Catarina e do Katrina – As mudanças do clima e os fenômenos extremos'. Ciência Hoje, vol.37, no 221, nov.2005, pp.22-27.
- MARTINI, L.C.P. e LANNA, A.E., Medidas Compensatórias Aplicáveis à Questão da Poluição Hídrica de Origem Agrícola, IN: Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, vol.8, n.1, 2003.
- MATTES, D., A sustentabilidade do sistema de drenagem urbana, In: DOWBOR, L. e TAGNIN, R. (orgs.). Administrado a água como se fosse importante, Editora SENAC, São Paulo, 2005.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários, Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco, Secretaria Nacional de Programas Urbanos, 2006.
- NOGUEIRA DE J. F. e UEHARA, K. Águas de superfície, IN: Geologia de Engenharia, OLIVEIRA, A. M. dos S. e BRITO, S. N. A de, ed. , Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE, São Paulo, 1998.
- PARKINSON, J., MILOGRANA, J., CAMPOS, L. C. e CAMPOS R. Drenagem Urbana Sustentável no Brasil, Relatório do Workshop em Goiânia-GO, 2003. Patrocinado pelo Department of International Development - DFID, Reino Unido, 2003.
- PEREIRA FILHO, A.J., BARROS, M.T.L. de, HALLAK, R., GANDÚ, A.W., Enchentes na Região Metropolitana de São Paulo: Aspectos de Mesoescala e Avaliação de impactos, IN: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia – Fortaleza, 1995.
- PORTO, L.R., Escoamento Superficial Direto, IN : Drenagem Urbana, Tucci, C,E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.
- PORTO, M.F.A., Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas, IN: Drenagem Urbana, Tucci, C,E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS. Impacto Ambiental Urbano, Bacia do Rio Cabuçu de Cima, Secretaria de Obras. Relatório de Vistoria Técnica, maio, 2001.
- RAMOS, C.L., Erosão Urbana e Produção de Sedimentos, IN: Drenagem Urbana, Tucci, C,E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.
- SALATI, Eneas, SANTOS, Ângelo Augusto dos e KLABIN, Israel. 'Temas ambientais Relevantes'. Estudos Avançados, 56: 107-127, 2006. <http://www.iea.usp.br/iea/revista>
- SANTOS e NAKAZAWA, 1993.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO - SAAE, Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Guarulhos - PDSA, HAPLAN, 2003.
- _____. Plano Diretor do Sistema de Esgotos de Guarulhos, Relatório Final e Síntese Multidisciplinar, Earth Tech, 2004.
- TARIFA, J.R. E ARMANI, G., Os climas na Cidade de São Paulo- Teoria e Prática , IN: coleção Novos Caminhos, TARIFA, J. R. e AZEVEDO, T. R., orgs., Laboratório de Climatologia, FFLCH, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

- TOMAZ, P., Controle da Poluição Difusa em Áreas Urbanas, Guarulhos, 2005.
- _____ Parecer, Água Industrial, setembro de 2005.
- TOMMASI, L.R., Estudo de Impacto Ambiental, Terragraph Artes e Informática, Cetesb, São Paulo, 1993
- TRICART (1966) apud CHRISTOFOLETTI (1981).
- TUCCI, C.E.M., PLANO Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e concepção, IN: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 2, nº 2 Jul./Dez., 1997.
- TUCCI, C.E.M., Inundações Urbanas, IN: Drenagem Urbana, Tucci, C,E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.
- TUCCI, C.E.M. E GENZ, F., Controle do Impacto da Urbanização, IN: Drenagem Urbana, Tucci, C,E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.
- _____ Água no meio urbano. In: Rebouças et al. Águas Doces no Brasil. 2ª Ed. Pp. 473-506. Escrituras Editora: São Paulo, 2002.
- _____ Subsídio para a Política Nacional sobre Drenagem Urbana, Ministério das Cidades, 2003 (a).
- _____ Drenagem Urbana, In: Gestão das Águas, Ciência Cultura, Vol.55, São Paulo, 2003 (b).
- UK MET OFFICE. 'Climate change, rivers and rainfall'. Recent research on climate change science from the Hadley Centre. Londres, 2005.

8 SUMÁRIO DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1.1.1 – Leito maior e leito menor de um curso d'água. Fonte: Tricart (1966), citado por Christofolletti (1981).....	7
... Figura 1.1.2 – Ciclo Hidrológico. Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE/1989, ano 5, n'15. In: O Espaço das Águas: As Várzeas de Inundação na cidade de São Paulo/2001.....	8
Figura 1.2.2.a – Foto de pontilhão obstruindo a drenagem. Fonte: Erosão e Assoreamento na RMSP – palestra apresentada pelo Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, Guarulhos, 2005.	9
Figura 1.2.2.b – Foto de inundações em área urbana. Fonte: Defesa Civil de Guarulhos.....	10
Figura 1.2.2.c – Bacia Hidrográfica. Fonte: www.eco.unicamp.br/nea/Gestao_Bacia/imagen , acessado em março de 2007.....	10
Figura 1.2.2.f – Foto aérea de uma bacia com áreas prioritárias para preservação. Fonte: Google Earth, acessado em setembro de 2008.....	11
Figura 1.2.3.a – Foto de córrego canalizado na região central de Guarulhos, Av. Tirdentes. Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos.....	12
Figura 1.2.3.b – Foto de um reservatório de amortecimento de cheias (piscinão) na cidade de São Paulo, Av. Águas Espriadas. Fonte: www.panoramio.com/photos/722317.jpg e www.panoramio.com/photos/original/729175.jpg – Acessado em 25/07/08.	12
Figura 1.2.3.c – Medidas de controle de vazão na fonte - reservatórios para controle de material sólido. Fonte: MAIDMENT, 1993 citado em TUCCI, PORTO e BARROS, 1995.....	13
Figura 1.2.3.d – Foto de rio canalizado. Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Guarulhos.	14
Figura 1.2.3.e – Foto do rio renaturalizado. Fonte: Renaturalização dos Rios: Gestão Holística dos Fluxos Hídricos para reduzir as enchentes de São Paulo – palestra apresentada por Gilmar Altamirano assessor para águas e saneamento da Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de São Paulo – maio, 2006.....	14
Figura 1.2.4 – Córrego com despejo de lixo. Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Guarulhos....	15
Figura 1.3.2 – Avanço da ocupação urbana na Serra da Cantareira próximo ao reservatório Tanque Grande. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos.....	17
Figura 2.1 – Guarulhos na Sub Bacia Tietê-Cabeceiras. Fonte: Atlas Temático da Sub Região Alto Tietê Cabeceiras, EMPLASA, 2002.....	18
Figura 2.3.a – Secção geológica do município. Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos.....	20
Tabela 2.3. – Classificação morfológica do relevo de Guarulhos. Fonte: ANDRADE, M.R.M. de (2001).....	21
Figura 2.3.b – Terraços fluviais. Fonte: GUERRA, 1989.....	22
Figura 2.3.c – Secção de canal ou leito de um rio. Fonte: GUERRA e CUNHA, 1994.	22
Figura 2.3.1 – Bacia do Alto Tietê e a Sub Comitê Cabeceiras na RMSP. Fonte: Atlas Temático da Sub Região Alto Tietê Cabeceiras, EMPLASA, 2002.	24
Figura 2.4.3 – Foto de escola municipal no Jardim Fortaleza onde é realizado o aproveitamento de águas pluviais. Fonte: Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Guarulhos.....	28
Figura 2.5.3.a – Foto aérea de 1976 da planície aluvial do Rio Baquirivu Guaçu, antes da implantação do aeroporto. Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos.....	30
Figura 2.5.3.b – Foto panorâmica da planície aluvial do Rio Baquirivu Guaçu, depois da implantação do aeroporto. Fonte: INFRAERO.....	31
Figura 2.5.3.c – Imagem de satélite do Parque Ecológico do Tietê. Fonte: Google Earth, acessado em setembro de 2008.....	31
Tabela 2.5.4 – Classificação de áreas pela aptidão física para o assentamento urbano.	33
Tabela 2.5.5.a. - Critérios de classificação de riscos adotados.	34
Figura 2.5.6. a – Foto de enchente na avenida Venturosa em Guarulhos. Fonte: Defesa Civil de Guarulhos 36	36

Figura 2.5.6. b – Foto de enchente na avenida Jamil João Zarif, rio Baquirivu Guaçu. Fonte: Defesa Civil de Guarulhos..	36
Figura 2.5.7.a – Camada de solo superficial (mais escura) e de solo de alteração (mais clara) em rochas sedimentares Terciárias. Fonte: Erosão e Assoreamento na RMSP – palestra apresentada pelo Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, Guarulhos, 2005.	37
Figura 2.5.7.b – Camada de solo superficial e de alteração em rochas antigas e duras de idade Pré-Cambriana, também conhecidas como rochas cristalinas. Fonte: Erosão e Assoreamento na RMSP – palestra apresentada pelo Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, Guarulhos, 2005.	37
Tabela 2.5.7 – Compartimentos com diferentes suscetibilidades natural à erosão.	38
Tabela 2.5.10.a – Situação dos esgotos em Guarulhos. Fonte: Relatório Final e Síntese Multidisciplinar – Plano Diretor de Esgotos de Guarulhos, SAAE, 2004.	42
Tabela 2.5.10.b – Qualidade dos corpos d’água em Guarulhos: rios Tietê e Baquirivu Guaçu e Reservatório do Tanque Grande. Fonte: Relatório de Qualidade de Águas Interiores do Estado de São Paulo, Cetesb 2006 ..	42
Tabela 2.5.10.c – Casos de Leptospirose ²³ no município de Guarulhos no ano de 2006, segundo classificação. Fonte: Prefeitura de Guarulhos — Secretaria de Saúde – DHPS – DTE – SINANW.	43
Figura 2.5.10 – Casos de Leptospirose. Fonte: Prefeitura de Guarulhos — Secretaria de Saúde – DHPS – DTE – SINANW.	44
Tabela 2.5.10.d – Dados parciais de 2006 até 08/03/2007 de casos de Leptospirose por situação de risco em Guarulhos no ano de 2006. Fonte: Prefeitura de Guarulhos — Secretaria de Saúde – DHPS – DTE – SINANW.	44
Figura 2.5.12.a – Configuração original do rio Baquirivu Guaçu antes da implantação do Aeroporto e lagos naturais encontrados no período de estiagem. Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos	48
Figura 2.5.12.b – Configuração do rio Baquirivu Guaçu depois da implantação do Aeroporto. Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos.....	48
Tabela 4 – Síntese das diretrizes prioritárias e estratégicas do Plano Diretor de Drenagem.....	65

9 Sumário de Mapas

Mapa 2.1. – Guarulhos na Região Metropolitana de São Paulo

Mapa 2.3.a. – Geologia (Tipos de Rochas)

Mapa 2.3.b. - Relevo

Mapa 2.3.c. – Imagem de Satélite em Três Dimensões.

Mapa 2.3.d. – Diferenças de Altitude

Mapa 2.3.e. – Diferenças de Inclinações dos terrenos (Declividades)

Mapa 2.3.1. - Bacias e Sub-bacias Hidrográficas e Inundações

Mapa 2.3.2. - Cobertura vegetal

Mapa 2.4.1.a. – Aqüíferos

Mapa 2.4.1.b. – Principais poços tubulares Cadastrados em Guarulhos

Mapa 2.5.1.a. - Incremento Populacional (1980-1991) e (1991-2000)

Mapa 2.5.1.b. – Porcentagem Incremento Populacional (1980-1991) e (1991-2000)

Mapa 2.5.1.c. – Evolução da Área Urbana

Mapa 2.5.2. – ‘Vazios’ urbanos

Mapa 2.5.3.a. - Uso e Ocupação do Solo nas Planícies dos Rios Cabuçu de Cima, Tietê e Canal de Circunvalação.

Mapa 2.5.3.b. - Uso e Ocupação do Solo nas Planícies do Rio Baquirivu Guaçu

Mapa 2.5.3.c. – Favelas

Mapa 2.5.4. - Aptidão Física à Ocupação de Áreas Urbanizadas

Mapa 2.5.5. – Áreas de Risco

Mapa 2.5.6. – Inundações Frequentes e Ocorrências da Defesa Civil

Mapa 2.5.7.a. – Suscetibilidade à Erosão.

Mapa 2.5.7.b. – Áreas Sujeitas à Processos Erosivos.

Mapa 2.5.9.a - Áreas Contaminadas e com Potencial de Contaminação.

Mapa 2.5.9.b. – Vulnerabilidade dos Aqüíferos.

Mapa 2.5.10.b. - Casos de leptospirose

Mapa 2.5.11.- Temperatura da Superfície (Ilhas de Calor).

Mapa 2.5.12.a. – Reservatórios Propostos e Canalizações Existentes

Mapa 2.5.12.b. - Grandes empreendimentos (Propostos e em Andamento).

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM

Coordenação

Secretaria de obras e Serviços Públicos – 2002-2003

Secretaria Adjunta de Desenvolvimento Urbano – 2003

Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários – 2003-2007

Secretarias / Órgãos Municipais

Secretaria de Governo – DEFESA CIVILS

Secretaria de Meio Ambiente

Secretaria de Habitação

Secretaria de Saúde

PROGUARU

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Consultoria

Renato Arnaldo Tagnin – Núcleos de Projetos e Consultoria Ltda.

