

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, sobreposto àquelas 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.

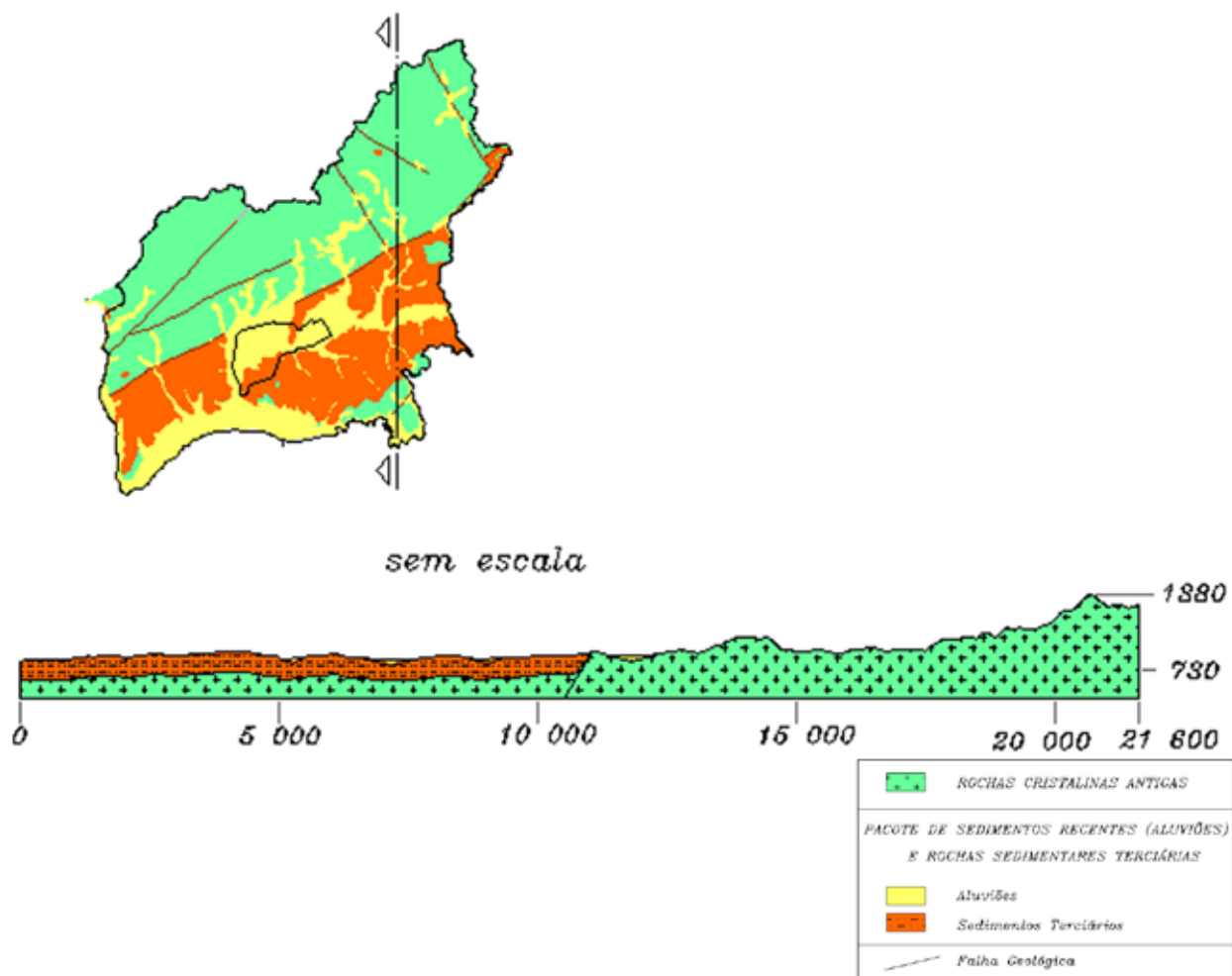


Figura 2.3.a – Secção geológica do município.
Fonte: Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários de Guarulhos

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)

LEGENDA

-  **ROCHAS CRISTALINAS ANTIGAS**
-  Granitos e granodioritos normais ou em parte gnáissicos, equigranulares ou porfiróides.
-  Dioritos a quartz 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-coluviais 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 metafilitos).
-  Anfibolitos metabasitos (metadiabásio, metagabro).

PACOTE DE SEDIMENTOS RECENTES E ROCHAS SEDIMENTARES TERCIÁRIAS

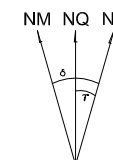
-  **Qa** Aluviões fluviais: argila, areia e cascalho.
-  **TQa** Argilas, areias e cascalhos da Formação São Paulo e da Formação Caçapava (Grupo Taubaté). Inclui depósitos elúvio-coluviais correlatos.

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

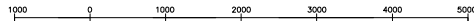
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGO/SAD 89
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:

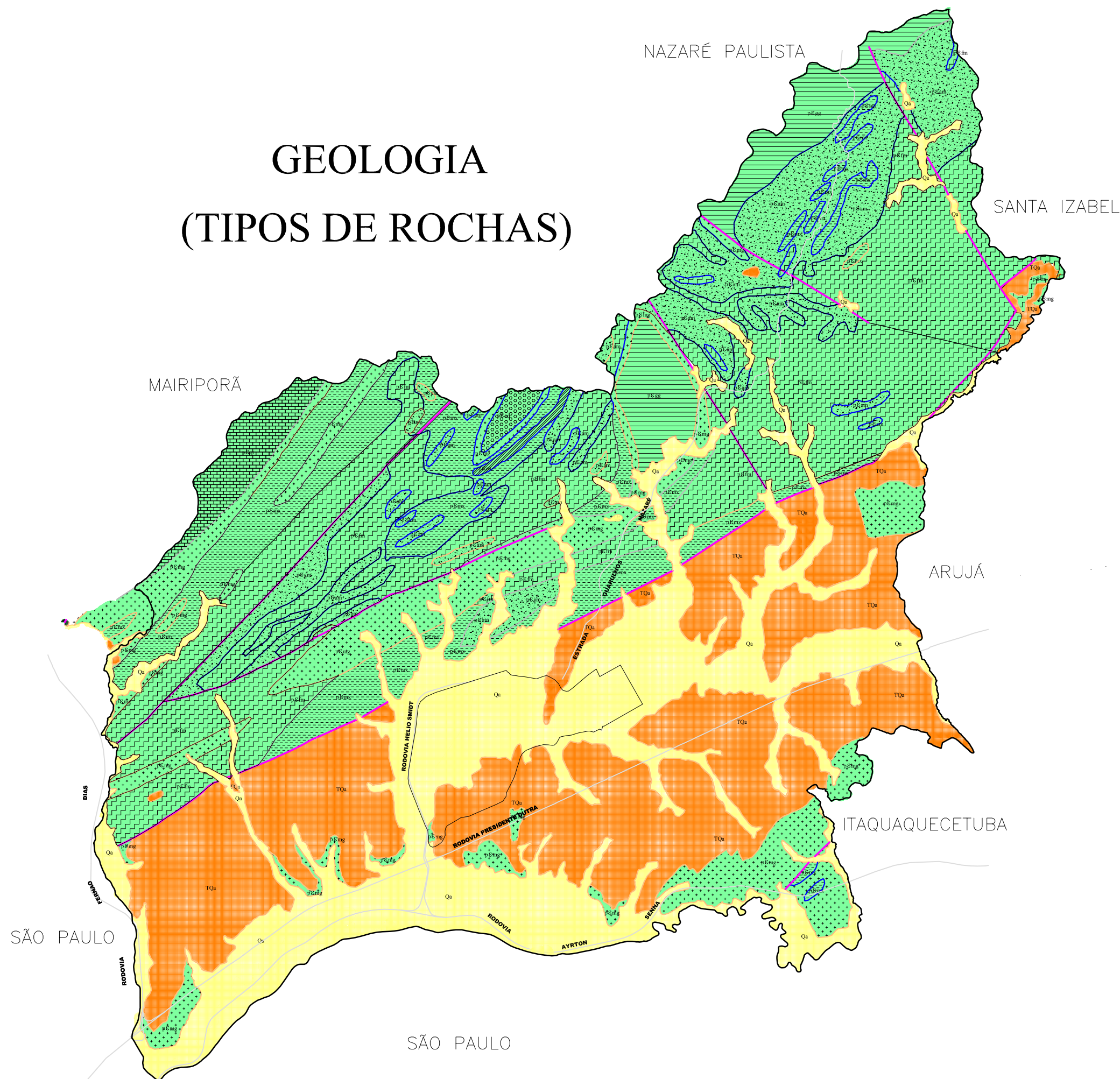


Escala:
1:100.000

Escala Gráfica: 

Fonte: 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

GEOLOGIA (TIPOS DE ROCHAS)



Mapa: 2.3.b.: RELEVO

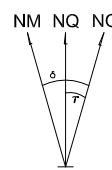
LEGENDA

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

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGO/SAD 89
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"
VARIAÇÃO MENSAL = -0.37"
K= 0.9998533126

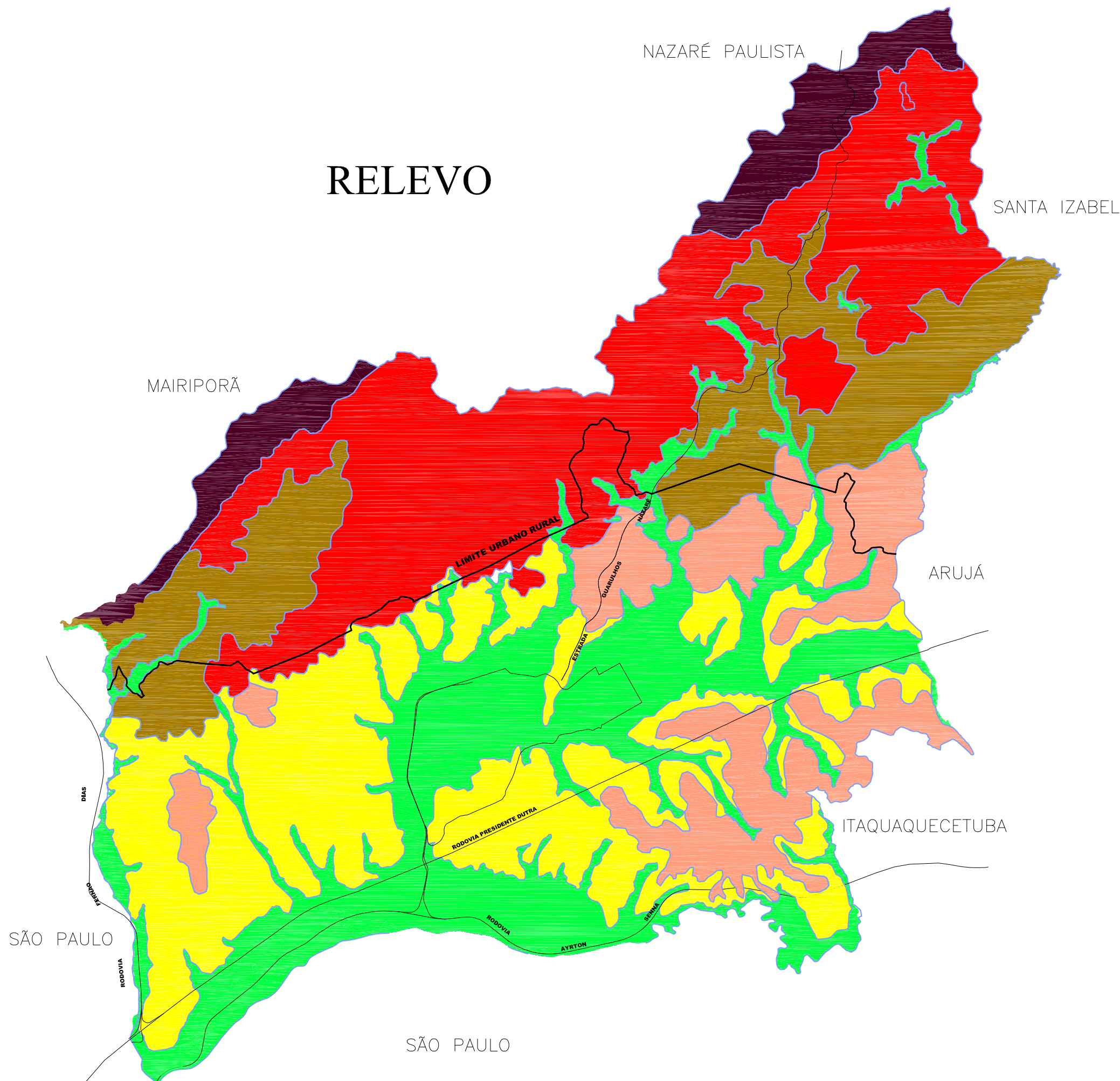
Norte:



Escala:
1:100.000



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.

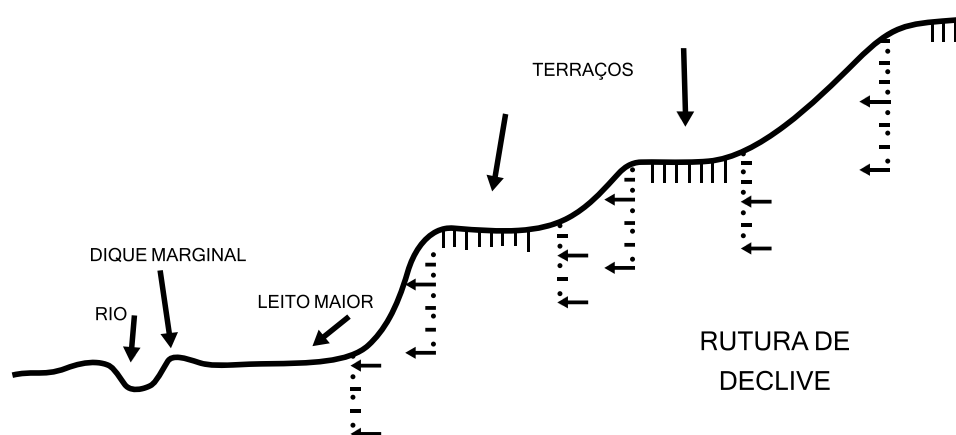


Figura 2.3.b – Terraços fluviais.
Fonte: GUERRA, 1989

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.

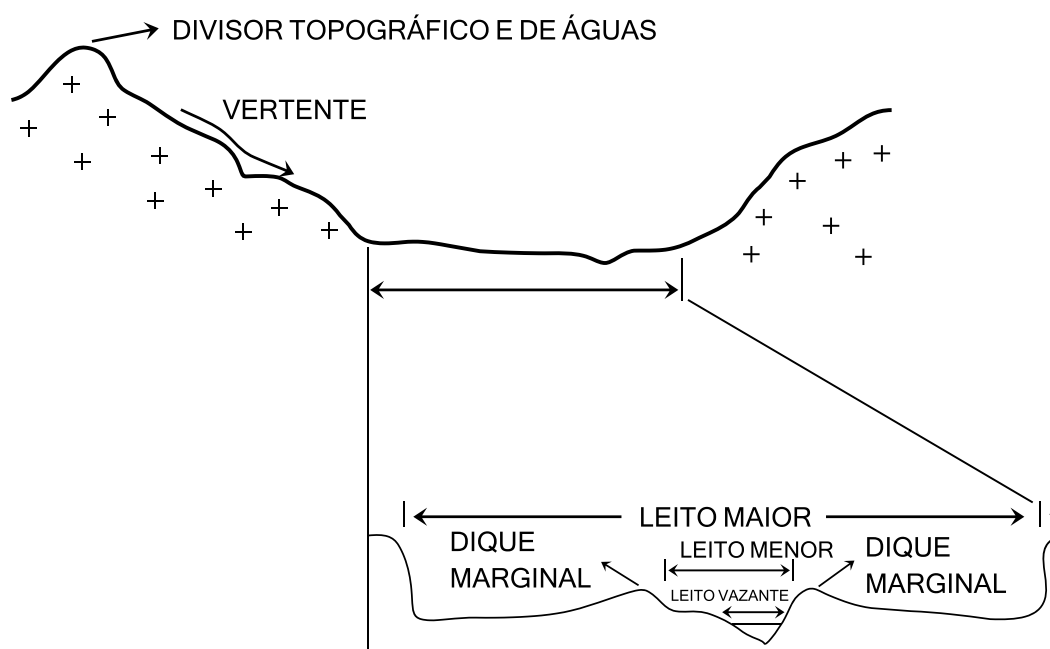


Figura 2.3.c – Seção de canal ou leito de um rio.
Fonte: GUERRA e CUNHA, 1994.

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 consequências 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, Itaquaquecetuba, 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.

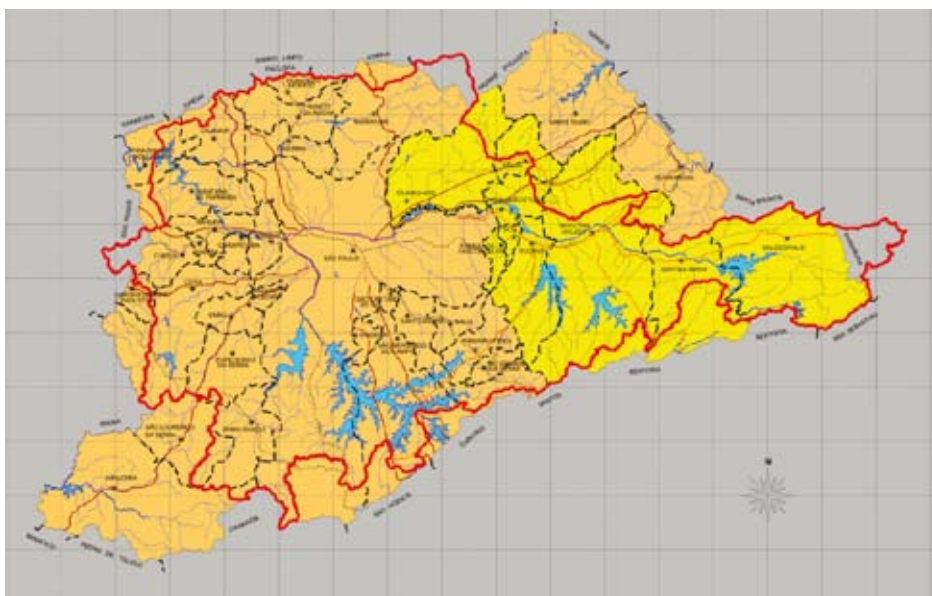


Figura 2.3.1 – Bacia do Alto Tietê e a Sub Comitê Cabeceiras na RMSP.
Fonte: Atlas Temático da Sub Região Alto Tietê Cabeceiras, EMPLASA, 2002.

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 consequências 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

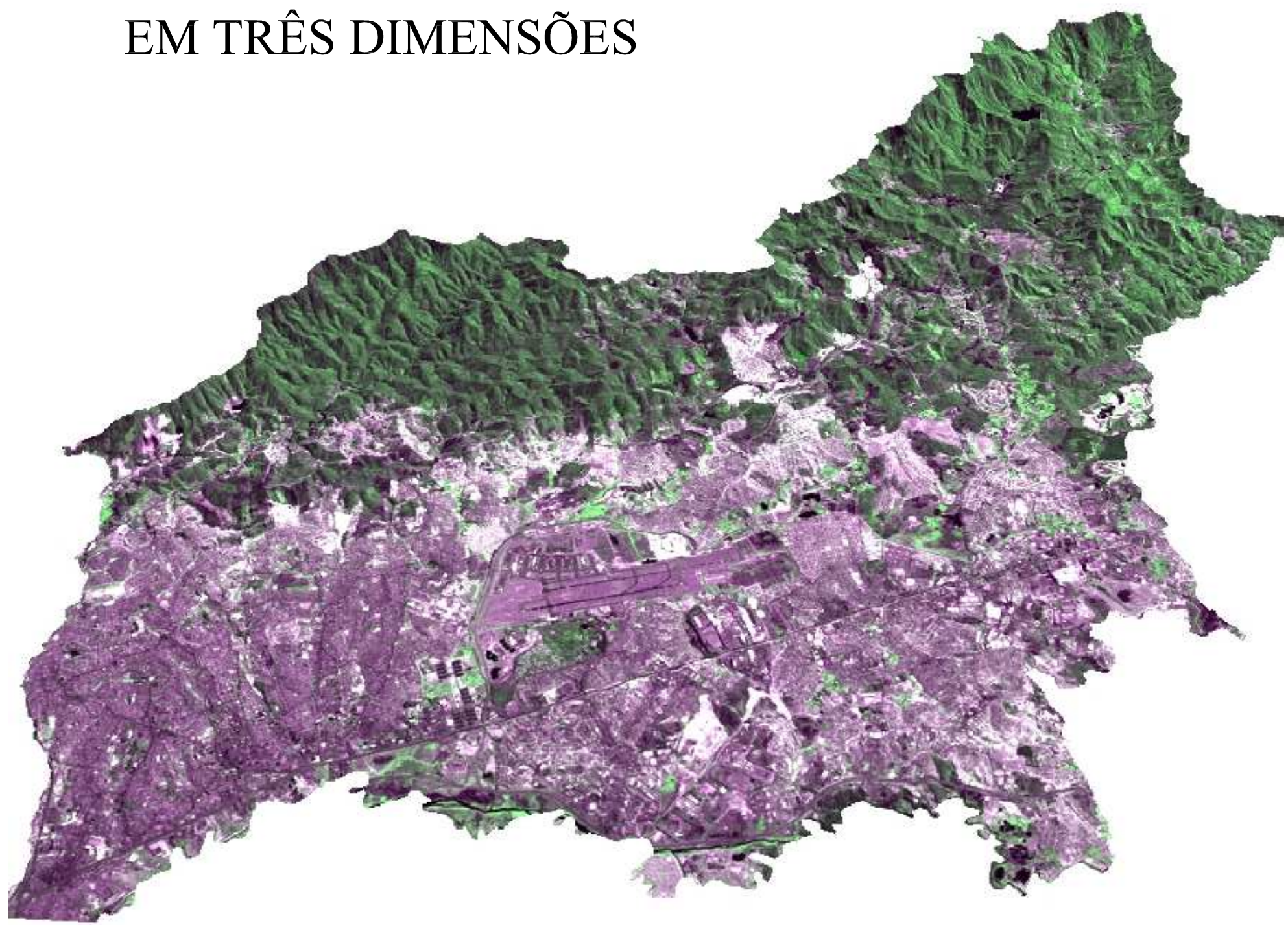


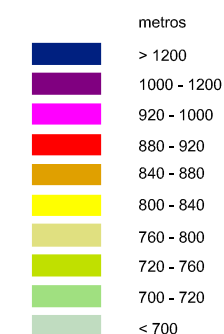
IMAGEM DE SATÉLITE
EM TRÊS DIMENSÕES

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

SEM ESCALA

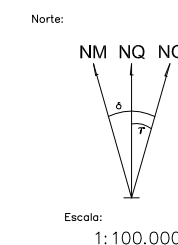
Mapa: 2.3.d.: DIFERENÇAS DE ALTITUDE

LEGENDA



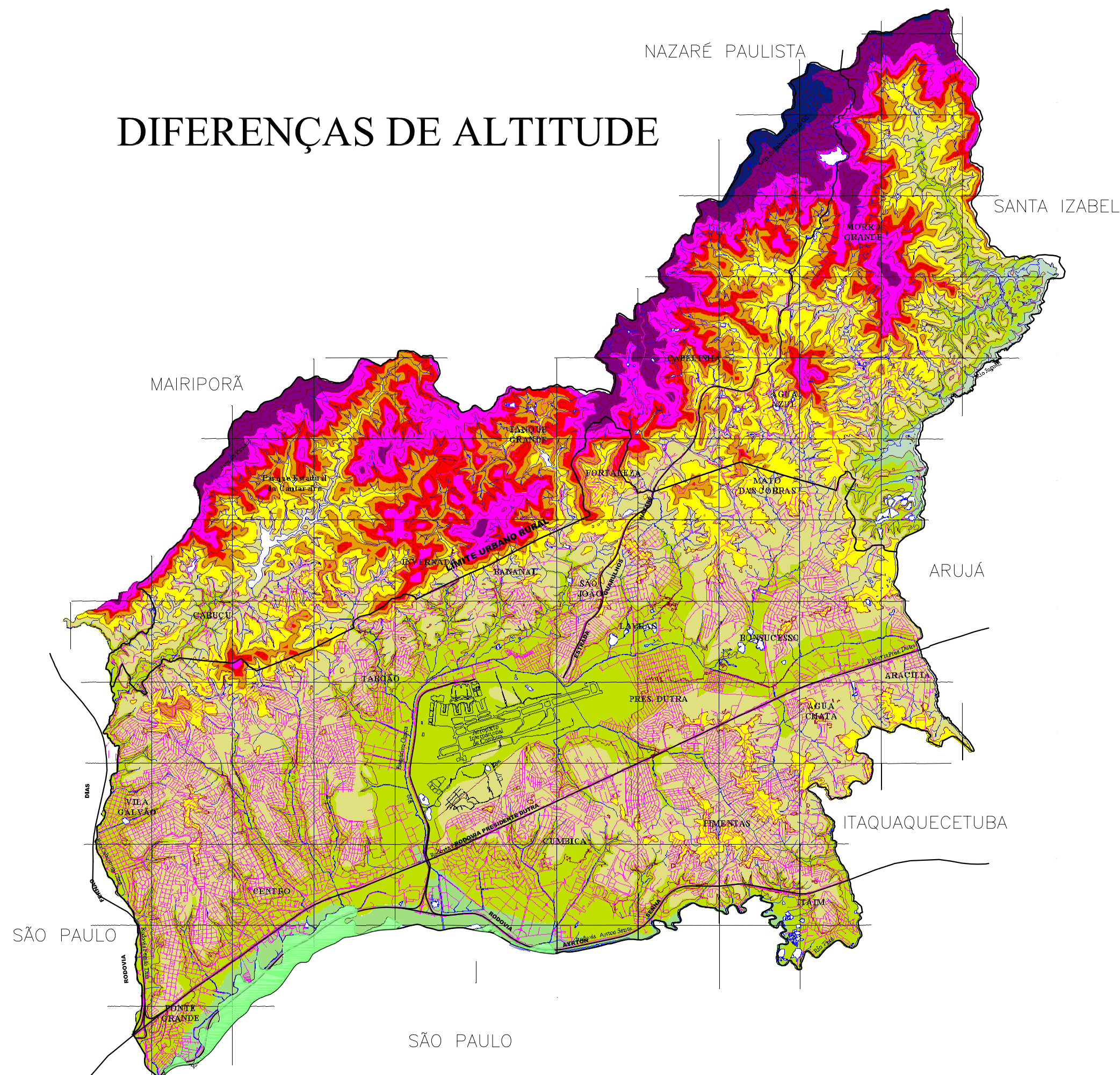
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA IGO/SAD 89
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



Escala Gráfica: 1000 0 1000 2000 3000 4000 5000m

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos



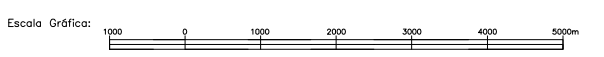
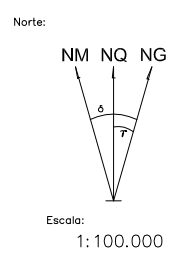
Mapa: 2.3.e.: DIFERENÇAS DE INCLINAÇÕES DOS TERRENOS (DECLIVIDADES)

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 IGO/SAD 89
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



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

