

# UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE FOTOINTERPRETAÇÃO NA COMPARTIMENTAÇÃO FISIAGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE CANANÉIA, SP – APOIO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E URBANO

Thomaz Alvisi de OLIVEIRA <sup>1</sup>, Paulina Setti RIEDEL <sup>2</sup>, Ricardo VEDOVELLO <sup>3</sup>,  
Célia Regina de Gouveia SOUZA <sup>3</sup>, Maria José BROLLO <sup>3</sup>

(1) Laboratório de Geografia e Estudos Geo-Ambientais (LEGA), Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Centro Universitário de Itajubá – UNIVERSITAS. Avenida Dr. Antônio Braga Filho, 687 – Bairro da Varginha. CEP 37.501-002. Itajubá, MG. Endereços eletrônicos: geografia@fepi.br; taogeo@gmail.com.

(2) Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro/SP. Endereço eletrônico: psriedel@rc.unesp.br.

(3) Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Avenida Miguel Stéfano, 3900 – Água Funda. CEP 04301-903. São Paulo, SP. Endereços eletrônicos: vedovello@igeologico.sp.gov.br; celia@igeologico.sp.gov.br; mjbrollo@igeologico.sp.gov.br.

Introdução  
Área de Estudo  
Materiais e Métodos  
Materiais  
Métodos  
Compartimentação Fisiográfica  
Inferências das Propriedades Geotécnicas  
Permeabilidade  
Profundidade dos Solos  
Textura do Material Inconsolidado  
Alterabilidade  
Declividade  
Definições das Potencialidades e Limitações dos Terrenos Presentes em Cananéia  
Grupos de Unidades Básicas de Compartimentação PSL e PSE  
Grupos de Compartimentos PSR, PCR, PFA  
Grupos de Compartimentos LDT, LFL e LSI  
Considerações Finais  
Agradecimentos  
Referências Bibliográficas

**RESUMO** – Este artigo apresenta informações sobre o meio físico obtidas por meio da compartimentação fisiográfica em uma imagem Landsat 7 ETM+, visando o planejamento territorial do Município de Cananéia, no litoral sul do estado de São Paulo. Os compartimentos fisiográficos foram identificados a partir de diferentes níveis hierárquicos de classificação por meio da análise dos elementos texturais de relevo e drenagem, posteriormente associados às informações referentes aos mapeamentos geológicos e geomorfológicos já existentes, aliados a trabalho de campo. O produto final, um mapa de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs), serviu para nortear considerações referentes ao processo de expansão urbana municipal. A metodologia utilizada mostrou-se com potencial de aplicação em outros estudos relacionados ao meio físico, sendo necessária apenas a adequação dos dados a serem trabalhados.

**Palavras-chave:** Compartimentação fisiográfica, planejamento territorial, sensoriamento remoto.

**ABSTRACT** – T.A. de Oliveira, P.S. Riedel, R. Vedovello, C.R. de G. Souza, M.J. Brollo – *Physiographic compartmentation of the Cananéia Municipality area using photo-interpretation techniques – support to the urban and territorial planning.* This paper presents information about the environment obtained by means of the physiographic compartmentation on a Landsat 7 ETM+ image, to contribute for the territorial planning of the city of Cananéia, in the southern coast of the São Paulo State. The physiographic compartments were identified from different hierarchic classification levels using the analysis of relief and drainage textural elements on the image; the data were associated to the pre-existent geologic and geomorphologic information, and with field checking. The final product, the map of Basic Units of Compartmentation (BUCs) may be used to guide the process of urban expansion. This methodology revealed potentiality for other applications in environmental studies, with the adequate selection of criteria for each case.

**Keywords:** Physiographic compartmentation, territorial planning, remote sensing.

## INTRODUÇÃO

Uma das formas de se estudar o meio físico é base em determinados critérios. A partir desta compartimentá-lo, separando-o em áreas homólogas com compartimentação, podem ser efetuadas inferências

sobre as propriedades do meio e estabelecidas as suas decorrentes potencialidades e limitações, orientando a implantação de atividades antrópicas e auxiliando em estudos que visam ao planejamento territorial e o processo de tomada de decisão pelos órgãos governamentais.

Os produtos de sensoriamento remoto possuem grande potencial de utilização na compartimentação fisiográfica. Através do reconhecimento das feições de relevo e drenagem e da análise de seu arranjo espacial pode-se, com maior facilidade, separar áreas homólogas da paisagem e analisar as similaridades entre elas. Estas áreas consideradas similares devem receber a mesma denominação e possuir compor-

tamentos semelhantes frente às diversas solicitações de uso. As informações geotécnicas, mesmo expeditas, obtidas dentro das áreas consideradas homogêneas, favorecem a análise de seu comportamento.

No presente trabalho este princípio foi utilizado para o município de Cananéia (SP), onde as informações do terreno foram obtidas pela compartimentação fisiográfica efetuada em imagem de satélite do Landsat7 ETM+. Posteriormente, a descrição e classificação das propriedades destes compartimentos a partir da imagem de satélite e de levantamentos de campo, permitiram realizar inferências sobre algumas propriedades geotécnicas do terreno.

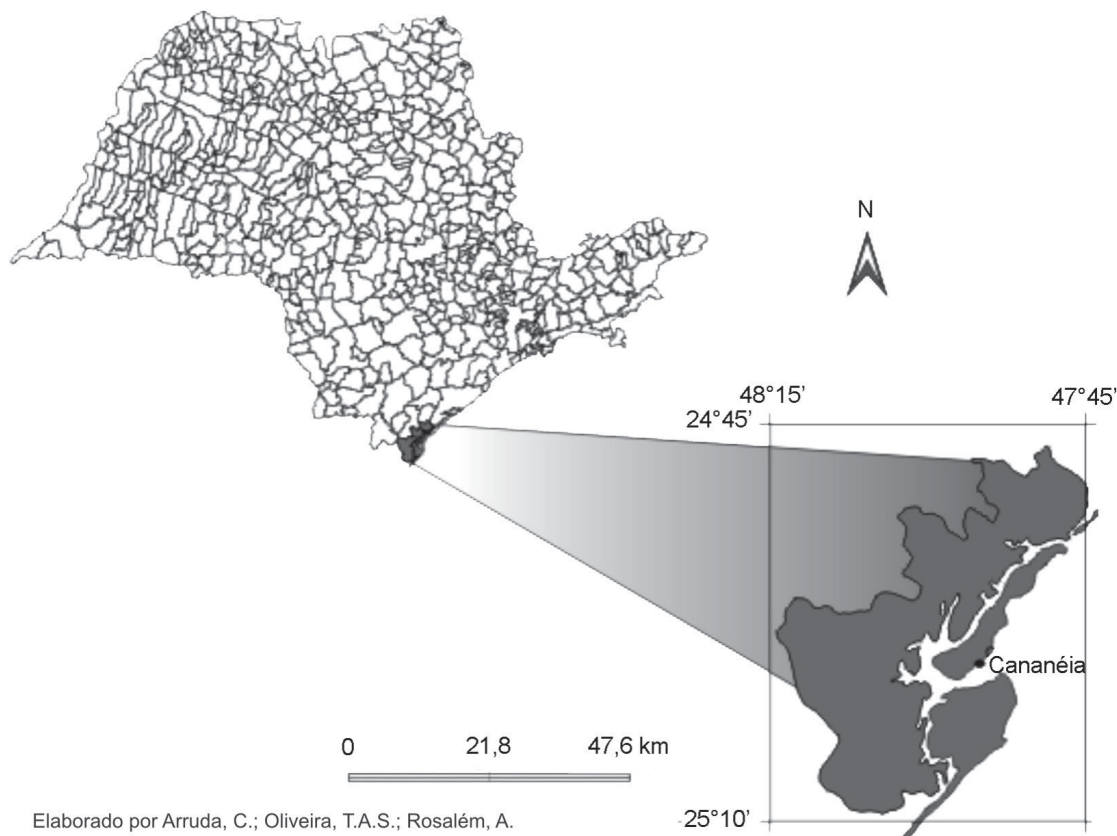
### ÁREA DE ESTUDO

O município de Cananéia situa-se na porção sul do litoral do Estado de São Paulo (Figura 1).

Com cerca de 1.000 km<sup>2</sup>, o município se divide em uma porção continental e outra insular, esta última representada pelas ilhas de Cananéia (onde se encontra a sede municipal), a do Cardoso e a do Bom Abrigo. Também fazem parte do município outras ilhas de menor extensão. Até 1992, uma porção da Ilha Comprida era parte do Município de Cananéia. O

município, em sua área de 1.241, 94 km<sup>2</sup>, tem uma população de 12.998 habitantes (IBGE, 2000).

O município é parte integrante da Região Administrativa de Registro (IBGE, 2000), a qual pode ser considerada como a região menos desenvolvida do estado, apresentando índices de desenvolvimento similares ao do Nordeste brasileiro (Braga, 1999). Esta região apresenta problemas de ordens socioeconômicas e ambientais e um quadro de degradação ambiental



Elaborado por Arruda, C.; Oliveira, T.A.S.; Rosalém, A.

**FIGURA 1.** Localização do município de Cananéia no contexto do Estado de São Paulo.

bem avançado, como já identificado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1994).

Integra também o município de Cananéia o Parque Estadual da Ilha do Cardoso, o qual foi reconhecido pela UNESCO, em 1992, como zona-núcleo da Reserva da Biosfera, abrigando espécies remanescentes de Mata Atlântica. Além disso, faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA), que cobre também os municípios de Iguape e Peruíbe; esta APA foi implantada em 23 de outubro de 1984 pelo Decreto 90.347 (IBAMA, 2005).

Suguio & Martin (1976) descreveram a Planície de Cananéia e Iguape como delimitada a sudoeste e nordeste por “pontões” do embasamento cristalino que alcançam o oceano, sendo drenada pelo Rio Ribeira de Iguape, o qual drena também áreas do cristalino, bem como por outros cursos de água condicionados à planície sedimentar. Externamente, a planície é drenada por lagunas e rios condicionados às marés que separam quatro grandes ilhas: do Cardoso, Comprida, de Cananéia e de Iguape, esta última, de origem antrópica.

Em termos geomorfológicos, grande parte das terras do Município de Cananéia está situada na Província Costeira, que se caracteriza por apresentar planícies aluviais e costeiras, terraços marinhos e faixas localizadas de mangue. Uma porção da área encontra-se também na zona denominada Morraria

Costeira e nas Baixadas Litorâneas e ainda há uma parte pertencente à subzona denominada Serrania do Ribeira, integrante da zona denominada Serrania Costeira (IPT, 1981a).

Geologicamente, o IPT (1981b) descreve a presença de suítes graníticas sintectônicas ( fácies Cantareira) e pós-tectônicas ( fácies Graciosa), sendo o litotipo mais comum o granito-gnáissico com uma foliação concordante ao *trend* regional, e com granulação variando de fina a média. Também são característicos sedimentos continentais indiferenciados de natureza areno-argilosa, sedimentos marinhos e mistos, atuais e subatuais, localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica. Relacionam-se ainda sedimentos pertencentes às formações Pariquera-Açú e Cananéia, integrantes do Grupo Mar Pequeno; a primeira constitui-se predominantemente da alternância de siltitos argilosos e areias arcoseanas, associados a camadas de cascalho, enquanto que na segunda ocorrem areias marinhas, sedimentos areno-argilosos, flúvio-lagunares e depósitos de mangues atuais.

Esses materiais são trabalhados sob índices tropicais de pluviosidade, que variam de 1.800 a 2.000 mm/ano na região litorânea compreendida entre Ubatuba e Cananéia, fato decorrente da influência marítima na região (Sant’Anna Neto, 2000). As áreas serranas mais elevadas podem apresentar índices pluviométricos superiores a 2.400 mm/ano.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAIS

Para a elaboração do presente trabalho foi utilizado os seguintes materiais: cartas topográficas em escala 1:50.000 editadas pelo IBGE entre 1972 e 1974, referentes ao Município de Cananéia; mapas geológicos e geomorfológicos confeccionados pelo IPT (1981a, b), em escala 1:500.000 e por Chiodi et al. (1982), em escala 1:50.000; imagem de satélite TM-Landsat 7 ETM+, 220/077 de 21/04/2000, em papel, com fusão das bandas 4, 5, 2 e Pan, em escala 1:50.000.

### MÉTODOS

#### Compartimentação Fisiográfica

A interpretação visual das imagens de satélite e conseqüente compartimentação foi realizada a partir da imagem LANDSAT em papel.

A identificação dos compartimentos fisiográficos foi feita parcialmente com base na análise de elementos texturais de relevo e drenagem, no tocante à sua densidade, orientação (tropia), forma das encostas, assimetria, conforme metodologia descrita por Soares & Fiori (1976) para fotos aéreas e posteriormente

adaptada por Veneziani & Anjos (1982) para imagens orbitais. Esta metodologia, que utiliza a análise sistemática dos elementos texturais de relevo e drenagem, foi empregada por Vedovello (1993; 2000), Theodorovicz et al. (1994), Oliveira et al. (1995), entre outros, para a extração e posterior análise de elementos da imagem visando estabelecer uma relação do significado da imagem do objeto com o objeto real.

Vedovello (1993, 2000) utilizou esta metodologia na elaboração de zoneamentos geotécnicos voltados à gestão ambiental a partir de unidades básicas de compartimentação, vinculando seus estudos à interpretação visual de imagens de satélite.

Os elementos de fotoanálise utilizados para caracterizar uma unidade ou compartimento foram o relevo e a drenagem, e as propriedades consideradas são descritas a seguir.

O primeiro critério a ser considerado na análise das unidades foi a densidade de drenagem, qualificada através da relação entre o número de canais pela área do compartimento. As classes adotadas para caracterizá-la foram: muito alta (MA); alta (A); média (M); baixa (B); muito baixa (MB).

O segundo critério considerado na análise foi a orientação (tropia) dos elementos de textura de relevo e de drenagem. Segundo a metodologia de Soares & Fiori (1976), a orientação dos elementos de textura foi dividida em quatro classes de análise: muito orientada (MO), em que a orientação é muito clara e muito persistente; orientada (O), quando a orientação é clara e persistente; pouco orientada (PO), se a orientação é difusa e pouco persistente; não orientada (NO), em que a orientação é inexistente.

O terceiro critério de análise considerado foi a forma da encosta, resultado da ação dos processos de erosão e remoção de material. Seus padrões classificatórios foram: convexa (X); côncava (V); côncava/convexa (VX); retilínea (R).

A análise do relevo foi complementada por parte dos critérios adotados pelo IPT (1981a) na confecção do mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, conforme segue.

O quarto critério de análise considerado foi o tipo de topo, para o qual foram adotadas as seguintes classificações: amplo ou restrito, quanto à extensão (A ou R); agudo ou convexo, quanto à forma (A ou X). Ao considerar o tipo de topo, deve-se ressaltar que este pode ser amplo e convexo ou restrito e convexo, ou ainda, restrito e agudo, não sendo possível a variação amplo e agudo.

A amplitude relativa foi também considerada e analisada na imagem a partir do tamanho das sombras, complementada pela informação do mapa topográfico. As classes de amplitude relativa foram pequena, média e grande.

A declividade foi o único critério que não se baseou na análise da imagem, uma vez que sua obtenção foi baseada na proximidade das curvas observada no mapa topográfico do Município de Cananéia. Foram consideradas três classes: Alta (A); Média (M); Baixa (B).

Foi necessário adotar o elemento tonalidade para diferenciar algumas Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs), que serão apresentadas a seguir. Assim, por exemplo, nas UBCs LFL1, LFL2 e LFL3, que correspondem aos depósitos fluviais onde aparecem extensas planícies com orientações semelhantes dos elementos de textura e declividades, a tonalidade contribuiu no processo de análise, sendo os tons mais escuros relacionados aos terrenos mais úmidos e portanto menos permeáveis.

O Quadro 1 apresenta os critérios que foram utilizados, bem como a classificação adotada para os elementos de relevo e drenagem considerados na interpretação e análise da imagem de satélite. No Quadro 2 estão descritos os critérios selecionados, que também serviram de base para a interpretação das imagens.

**QUADRO 1.** Critérios utilizados e classes adotadas para a interpretação dos elementos de relevo e drenagem. Adaptado de IPT (1981a).

Elementos texturais	Critérios				
	Orientação dos elementos texturais	Densidade	Forma das encostas	Assimetria	Sinuosidade
Drenagem	Muito orientada Orientada Pouco orientada Não orientada	Muito alta Alta Média Baixa Muito baixa	-	Fraca Forte	Curva Mista Retilínea
Relevo	Muito orientada Orientada Pouco orientada Não orientada	Muito alta Alta Média Baixa Muito baixa	Côncava Retilínea Convexa	Fraca Forte	-

**QUADRO 2.** Critérios geomorfológicos adotados na interpretação da imagem de satélite. Adaptado de IPT (1981a, p. 16).

Critério	Categoria	Conceito
Amplitude	Pequena Média Grande	Máxima altura da unidade em relação ao assoalho dos grandes vales adjacentes, em metros
Forma dos topos	Aplainados Arredondados Angulosos	Por convenção
Declividade	Baixa Média Alta	Inclinação média do perfil da encosta
Extensão dos topos	Extensos Restritos	Por convenção

De acordo com a metodologia empregada, os vários compartimentos delimitados na imagem devem ser analisados para se avaliar a homogeneidade interna dos elementos texturais que os constituem. Constatadas heterogeneidades internas, procede-se a uma subdivisão. Esse processo é completo com a caracterização dos compartimentos em relação à hierarquia adotada para a classificação dos mesmos. Os compartimentos foram classificados, em ordem decrescente de grandeza: inicialmente foram analisadas as Zonas Morfológicas, que são equivalentes às áreas de planalto e planície; seguidas pelos Domínios Geológicos, correspondentes às rochas dominantes; pelas Subzonas Morfológicas, relacionadas às feições características de cada compartimento; por último, as Unidades, que representam a menor área do terreno onde as caracte-

rísticas texturais do compartimento, observadas na imagem de satélite, mostram-se semelhantes.

A elaboração de uma legenda para cada compartimento foi construída, adotando-se uma simbologia hierárquica representada por letras maiúsculas que denotam as Zonas Morfológicas, os Domínios Geológicos e as Subzonas Morfológicas. As Unidades são representadas por números e apresentam características texturais constantes para cada compartimento. Em outros termos, pode-se dizer que as unidades são os elementos diferenciadores entre os compartimentos, aqui denominados de unidades básicas de compartimentação (UBCs).

O Quadro 3 apresenta a relação entre as Zonas Morfológicas, os Domínios Geológicos e as Subzonas Morfológicas, bem como, a simbologia utilizada.

**QUADRO 3.** Elementos característicos dos compartimentos e sua simbologia.

Zona Morfológica	Domínio Geológico	Subzona Morfológica
PLANALTO (P)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depósito de colúvio/tálus (C)</li> <li>- Depósitos fluviais (F)</li> <li>- Mármore dolomíticos e calcários cristalinos (B)</li> <li>- Migmatitos com estruturas diversas (M)</li> <li>- Migmatitos homogêneos e estromatíticos (H)</li> <li>- Micaxistos, quartzo-mica xistos com intercalação quartzítica (X)</li> <li>- Suítes graníticas pós-tectônicas Fácies Graciosa (P)</li> <li>- Suítes graníticas sintectônica Fácies Cantareira (S)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluvião (A)</li> <li>- Escarpas retilíneas (E)</li> <li>- Morros restritos com topos com topos agudos (M)</li> <li>- Morros restritos com topos convexos (C)</li> <li>- Morros alongados com topos convexos (L)</li> <li>- Rampa de colúvio/tálus (R)</li> </ul>
PLANÍCIE (L)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corpo alcalino de Cananéia (A)</li> <li>- Depósito de colúvio/tálus (C)</li> <li>- Depósitos marinhos (D)</li> <li>- Depósitos fluviais (F)</li> <li>- Depósitos flúvio/marinhos (T)</li> <li>- Migmatitos com estruturas diversas (M)</li> <li>- Micaxistos, quartzo-mica xistos com intercalação quartzítica (X)</li> <li>- Suítes graníticas pós-tectônicas Fácies Graciosa (P)</li> <li>- Suíte granítica sintectônica Fácies Cantareira (S)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morros isolados (I)</li> <li>- Terraços (T)</li> <li>- Depressões de planície (S)</li> <li>- Rampa de colúvio/tálus (R).</li> <li>- Planícies aluvionares (L)</li> <li>- Cordões litorâneos (C)</li> <li>- Praias (P)</li> </ul>

A Figura 2 apresenta uma porção da área de estudo com suas respectivas divisões, relacionadas à Zona Morfológica, domínio litológico e subzona morfológica dos compartimentos, bem como as unidades específicas de cada um.

### Inferências das Propriedades Geotécnicas

Esta etapa de trabalho desenvolve-se tendo como base as informações obtidas da imagem, que podem ser correlacionadas às propriedades geotécnicas das UBCs. Deve-se ressaltar a importância, das atividades de campo nessa fase do trabalho, que contribuem para a descrição dos perfis de alteração, para a caracterização dos materiais e para embasar as inferências efetuadas.

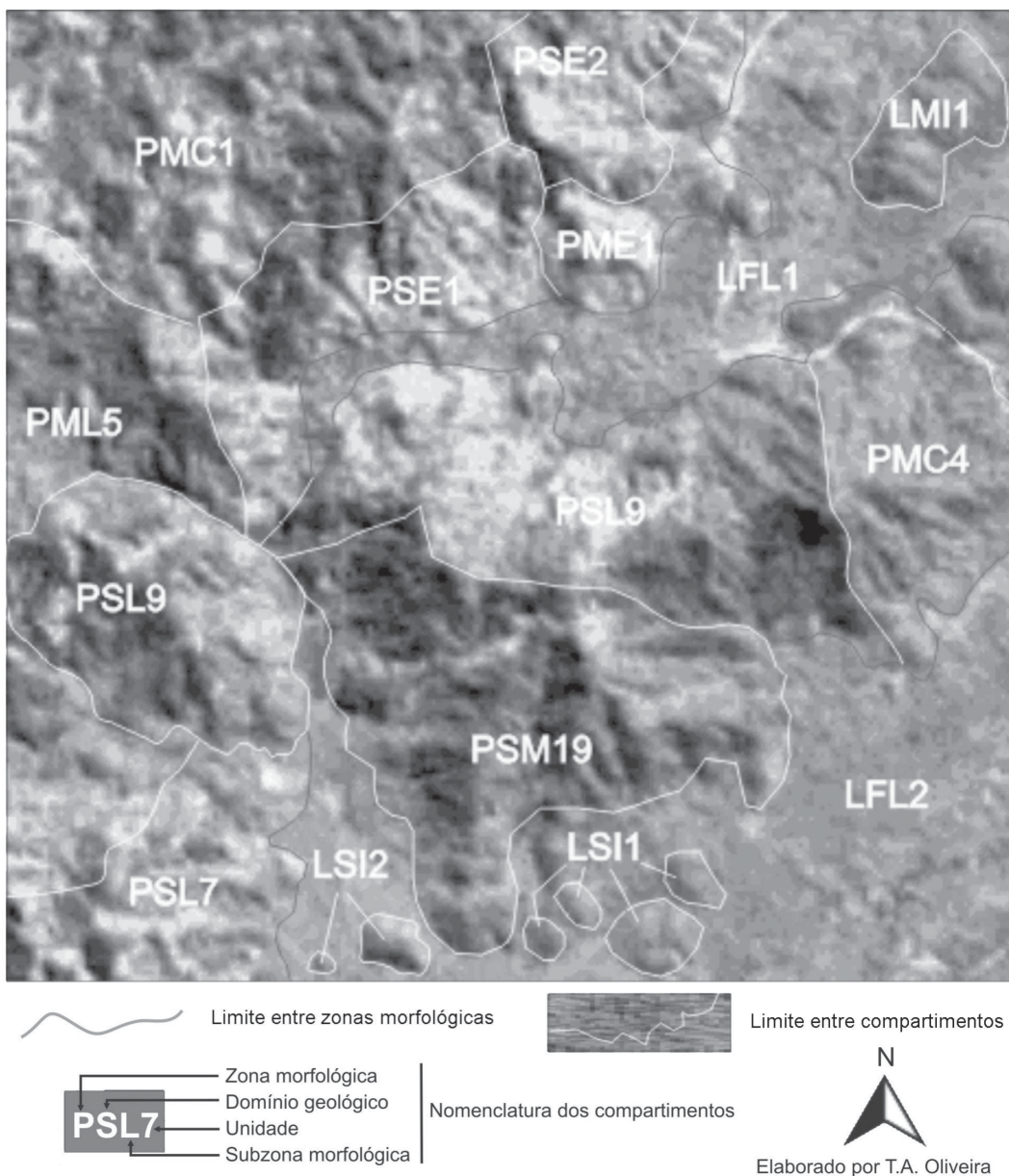
As propriedades de interesse geotécnico, inferidas por meio dos critérios fotointerpretativos e respaldadas por trabalhos de campo, são descritas a seguir.

### Permeabilidade

A permeabilidade está relacionada com a maior ou menor facilidade de percolação de um fluido através de um meio poroso.

Para as UBCs de origem detrítica ou sedimentar e que representam algum tipo de depósito, a permeabilidade foi classificada como inversamente proporcional à densidade de drenagem, devido aos fatos da água nessas regiões tenderem a percolar por entre os espaços existentes entre as partículas de areia, silte ou argila e de que quanto maior a porosidade, maior a facilidade de percolação da água. Para as áreas cristalinas inseridas no planalto e para os morros isolados da planície costeira, a permeabilidade foi classificada como diretamente proporcional à densidade de fraturas, pois em meios rochosos a água tende a percolar pelas fraturas; quanto maior o número de fraturas, maior a densidade de drenagem e maior a permeabilidade.





**FIGURA. 2.** Unidades Básicas de Compartimentação presentes no Município de Cananéia.

O Quadro 4 sintetiza as relações entre permeabilidade e tipos de terreno aos quais se relaciona.

**QUADRO 4.** Relação entre a densidade de drenagem e permeabilidade em áreas de Planície, Planalto e morros isolados da Planície no Município de Cananéia.

Zona geomorfológica	Densidade de drenagem	Permeabilidade
Planície (materiais detríticos ou sedimentares)	Muito baixa	Muito alta
	Baixa	Alta
	Média	Média
	Alta	Baixa
Planalto/morros isolados da planície	Muito alta	Muito baixa
	Muito baixa	Muito baixa
	Baixa	Baixa
	Média	Média
	Alta	Alta
	Muito alta	Muito alta

### Profundidade dos Solos

A profundidade dos solos foi inferida com base na forma e extensão dos topos e na declividade. Além disso, as informações foram comparadas com a descrição de perfis de alteração amostrados.

Nas áreas de Planície encontram-se UBCs sem classificação para topos, relacionadas a depósitos marinhos, fluviais e flúvio-marinhos e que foram consideradas como possuidoras de solos rasos. É o que descreve Maretti (1989) em relação aos baixos terraços marinhos ou planícies costeiras, que apresentam solos pouco desenvolvidos.

As UBCs relacionadas aos depósitos de colúvio/ talus ou às rampas de colúvio, que não apresentam classificação para topos, foram consideradas como possuidoras de solos rasos a pouco rasos. A análise conjunta da forma e extensão dos topos e declividade resultou na classificação de quatro profundidades diferentes: Raso (< 0,20 m); Pouco raso (0,20 a 1,0 m); Médio (1,0 a 2,0 m); Profundo (> 2,0 m). A Tabela 1 sintetiza os elementos considerados para a definição das classes de profundidade.

### Textura do Material Inconsolidado

A textura do material inconsolidado foi inferida pelo exame das formas de encosta, comparada às observações de campo e está relacionada à composição físico-química do manto de alteração. As UBCs

que não possuem classificação para forma de vertentes foram classificadas de acordo com a origem dos depósitos. Assim, nos depósitos marinhos encontram-se solos rasos e arenosos; nos depósitos flúvio/ marinhos, aluviões e depressões de planície, solos rasos e argilo-siltosos. Os depósitos fluviais e as rampas de colúvio apresentam solos pouco rasos e argilosos. O Quadro 5 relaciona as classes de textura estabelecidas com a forma das encostas e tipos de depósitos.

### Alterabilidade

A alterabilidade do material está relacionada à capacidade dos materiais sofrerem intemperismo químico. Esta inferência dá-se através das formas das encostas, segundo metodologia de Soares & Fiori (1976). São as seguintes as classes: alterabilidade muito alta (perfil convexo), alterabilidade alta (perfil côncavo-convexo), alterabilidade média (perfil côncavo) e alterabilidade baixa (perfil retilíneo).

### Declividade

A declividade foi analisada a partir da distância entre curvas de nível das cartas topográficas e observações efetuadas em campo. As classes adotadas foram alta, média, baixa e muito baixa. A classe alta representa áreas onde as curvas de nível encontram-se mais próximas umas das outras e a classe mais baixa áreas onde as curvas de nível encontram-se mais distantes umas das outras.

**TABELA 1.** Características dos elementos de topo e declividade e sua relação com a espessura dos solos.

Extensão e forma dos topos/ declividade	Profundidade dos solos
Restrito, agudo / Alta Restrito, convexo / Alta Depósitos marinhos / fluviais e flúvio-marinhos	Raso (< 0,20 m)
Restrito, agudo / Média Restrito, convexo / Média Rampas e depósitos de colúvio/talus	Pouco raso (0,20 a 1,0 m)
Ampla, convexo / Alta ou Média Ampla, convexo / baixa	Médio (1,0 a 2,0 m) Profundo (> 2,0 m)

**QUADRO 5.** Classes de textura do material inconsolidado e sua relação com a forma da encosta ou tipo de depósito.

Forma da Encosta/ tipo de depósito	Textura do material inconsolidado
Convexa (X) Depósitos fluviais e rampas de colúvio	Argilosa
Retilínea (R) Depósitos marinhos	Arenosa
Côncava/convexa (VX) Aluviões	Argilo-siltosa

## DEFINIÇÕES DAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DOS TERRENOS PRESENTES EM CANANÉIA

Para o estabelecimento das potencialidades e limitações ao uso urbano no Município de Cananéia, um dos princípios considerados foi a relação entre a expansão urbana e as áreas de proteção ambiental, já que ele possui parte de suas terras consideradas como áreas de proteção ambiental (APA), o que demanda cuidados no que se refere à ocupação urbana. A APA, segundo a Lei 6902 de abril de 1981, é um tipo de Unidade de Conservação onde a propriedade das terras pode pertencer tanto ao poder público quanto ao poder privado, tendo como uma de suas diretrizes, manter o caráter rural da região, evitar o avanço da ocupação urbana dentro de seus limites e proteger os remanescentes da Mata Atlântica.

As potencialidades e limitações quanto à expansão urbana do Município de Cananéia foram inferidas tomando como base as áreas localizadas fora dos limites da APA, segundo o decreto 90.347 de 1984. O critério utilizado, determinante para a exclusão das áreas inseridas na APA, foi a própria natureza dessa, que inviabilizaria, em parte, a expansão urbana. Para melhor exemplificar tomou-se como base alguns grupos de compartimentos e as suas respectivas limitações e/ou potencialidades.

### GRUPOS DE UNIDADES BÁSICAS DE COMPARTIMENTAÇÃO PSL E PSE

Estes grupos ocorrem no planalto (P) sobre litotipos graníticos da Fácies Cantareira (S), e caracterizam morros alongados com topos convexos (L) no caso de PSL, ou escarpas retilíneas (E) no caso de PSE.

No caso do grupo de compartimentos PSL, pode-se observar que são terrenos com permeabilidade oscilando entre alta e média associada à densidade de fraturamento, com solos aparentemente rasos a médios, com matriz argilosa e argilo-siltosa, e alterabilidade média. Apresentam altas declividades, onde predominam vertentes côncavas/convexas. Estas características, somadas à aparente instabilidade das encostas podem ser vistas como um fator desfavorável aos processos de ocupação, pois não apresentam boas condições para cortes e escavações.

No caso do grupo de compartimentos PSE, o relevo escarpado impediria uma ocupação intensiva.

### GRUPOS DE COMPARTIMENTOS PSR, PCR, PFA

O grupo de compartimentos PSR também ocorre no Planalto (P), encontra-se assentado sobre granitos da Fácies Cantareira (S) e representa rampas de colúvio/tálus (R). Já o grupo PCR, por se tratar de depósitos de colúvio/tálus (C), caracteriza a presença

de materiais de origem diversa assentados sobre rochas diversas, onde se formam rampas (R). Estas, diferentemente do grupo PSR, apresentam vertentes ora côncavo-convexas, ora retilíneas e ainda, em determinados compartimentos, côncavas.

O grupo de compartimentos PCR apresentou a mesma textura de materiais e as mesmas profundidade dos solos e alterabilidade do grupo PSR, e tem uma permeabilidade média, o que indica uma certa concordância entre os materiais coluvionares, independente da matriz litológica.

De acordo com Maretti (1989), os materiais coluvionares encontram-se em constante movimento encosta abaixo, o que faz parte da própria evolução destes. Assim, estas áreas são consideradas como impróprias ao uso, podendo ser liberadas para uma ocupação de baixa densidade, mediante estudos detalhados.

O grupo de compartimentos PFA está relacionado a depósitos fluviais (F), com feições aluvionares (A). Estes grupos distribuem-se por toda a área.

O grupo PFA apresentou permeabilidade média, solos pouco rasos, com textura argilo-siltosa e baixa alterabilidade, e declividade média. Estas áreas apresentam materiais depositados pela drenagem e se encontram geralmente nos fundos de vales. No caso de ocupação destas áreas, deve-se atentar para o fato de que o saneamento se dá pela destinação dos efluentes ao rio, o que vai depender da relação entre a qualidade do efluente e a capacidade do rio em depurá-lo.

### GRUPOS DE COMPARTIMENTOS LDT, LFL E LSI

Estes compartimentos, situados no domínio geomorfológico de planície (L), representam as áreas com maior potencialidade para receber atividades voltadas à ocupação urbana.

O grupo de compartimentos LDT representa áreas assentadas sobre depósitos marinhos (D), onde aparecem feições morfológicas de terraços (T). Este grupo apresenta alta permeabilidade, solos pouco rasos e arenosos.

As áreas de terraços marinhos têm material de fácil erosão, mas, por outro lado, não há energia suficiente para movimentá-los, devido à baixa declividade, sendo estes terrenos quase planos. A alta permeabilidade minimiza a ocorrência de inundações, porém, as conseqüências da abertura de arruamentos e impermeabilização dos solos devem ser estudadas. No caso da impermeabilização, deve-se dar importância à instalação de uma rede de escoamento pluvial, que impeça o acúmulo de água nas partes mais baixas.



O grupo de compartimentos LFL caracteriza áreas de depósitos fluviais (F) onde se desenvolvem extensas planícies (L). Apresenta solos pouco rasos, com materiais argilosos e arenosos e permeabilidade variando de alta a baixa, fato que é justificado pela heterogeneidade dos materiais a eles associados. Inseridos nestas áreas, encontra-se uma diversidade de terrenos, de composição variada.

No caso das áreas de brejo, diques marginais e meandros abandonados, deve-se evitar a ocupação. A capacidade de suporte pode ser boa, dependendo do material. Por estarem localizadas próximas a áreas com forte energia, estas unidades estão constantemente recebendo materiais e, nas épocas de maiores intensidades pluviométricas podem ocorrer inundações, a depender da permeabilidade. A

captação de água de boa qualidade nos aluviões geralmente é possível. O saneamento, tanto dessas áreas, quanto daquelas referentes aos terraços marinhos, encontra-se condicionado aos rios e à sua capacidade de suporte.

O grupo de unidades LSI constitui-se de morros isolados (I), que se distribuem de forma paralela às serranias, estando associados às rochas daquele domínio, no caso, granitos da Fácies Cantareira (S). Encontra-se uma certa variedade de condições geotécnicas, onde a permeabilidade varia entre muito baixa e média e os solos apresentam profundidades médias a pouco rasos. A textura do material varia de argilosa a argilo-siltosa, com alterabilidade muito alta a baixa. Geralmente, essas áreas encontram-se ocupadas por pequenos sítios ou chácaras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inferências geotécnicas sobre os terrenos do Município de Cananéia foram efetuadas a partir de informações adquiridas pela análise de imagens de satélite, subsidiadas por levantamentos de campo.

O método escolhido teve como base a análise dos elementos texturais de drenagem e relevo vistos na imagem de satélite LANDSAT 7 em escala 1:50.000 e mostrou-se bastante favorável à delimitação de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs). Tal método foi eficaz quando, em campo, fizeram-se os trabalhos de checagem dos compartimentos, onde foram verificadas tanto a homogeneidade dentro das zonas, quanto a correspondência entre elas.

As inferências geotécnicas efetuadas mostraram-se, na maior parte da área de estudo, coerentes em relação aos dados coletados em campo. Alguns dados levantados em gabinete, através da interpretação da imagem de satélite, não apresentaram correspondência em campo, como no caso da espessura do material de alteração de alguns compartimentos. Deve-se ressaltar a dificuldade enfrentada no processo de levantamento dos dados, que se deve, principalmente, ao tamanho da área de estudo e aos acessos.

Outro fator de suma importância para a aplicação e conseqüente sucesso da metodologia é a utilização de bases cartográficas e mapas temáticos com escalas semelhantes, o que não aconteceu durante o desenvolvimento do trabalho. O mapeamento geológico consultado, bem como o geomorfológico, para as áreas de planalto, estão em escala 1:500.000, dificultando assim, a integração dos dados no mapa de Unidades

Básicas de Compartimentação, em escala 1:50.000, que só foi possível, graças ao trabalho de campo realizado. As dificuldades levantadas determinaram uma análise mais abrangente do meio físico estudado.

O Município de Cananéia, diante do que foi exposto, tem como área de expansão potencial alguns compartimentos da zona morfológica do Planalto, e as planícies e terraços marinhos, fluviais e flúvio-marinhos, localizados na zona morfológica da Planície. Alguns grupos de compartimentos situados nas áreas de planalto, apesar de estarem localizados fora da área da APA de Cananéia, não apresentaram condições físicas para suportarem uma expansão urbana. Outros integram áreas de preservação com remanescentes de Mata Atlântica, integrados a parques ecológicos. As áreas situadas na porção sudeste do município e dominadas pelos grupos de compartimentos PSL, PSM, PSR, PSC, PCR, PFA, PMC, bem como os grupos de compartimentos LDT, LFL, LSI, LMI e LPI situados na planície, representariam áreas de possível avanço urbano, conforme ilustra a Figura 3.

O mapeamento aqui elaborado auxilia estudos sobre o meio físico, subsidiando projetos orientados à ocupação e expansão urbana. Deve-se destacar ainda o caráter de multiplicidade da metodologia adotada em relação ao seu emprego em outros estudos relacionados ao meio físico. Sendo assim, mapeamentos de áreas de risco à erosão, desmoronamentos, ocupação de encostas e outros podem ser elaborados com a metodologia empregada, sendo necessário apenas, a adequação dos dados a serem trabalhados.

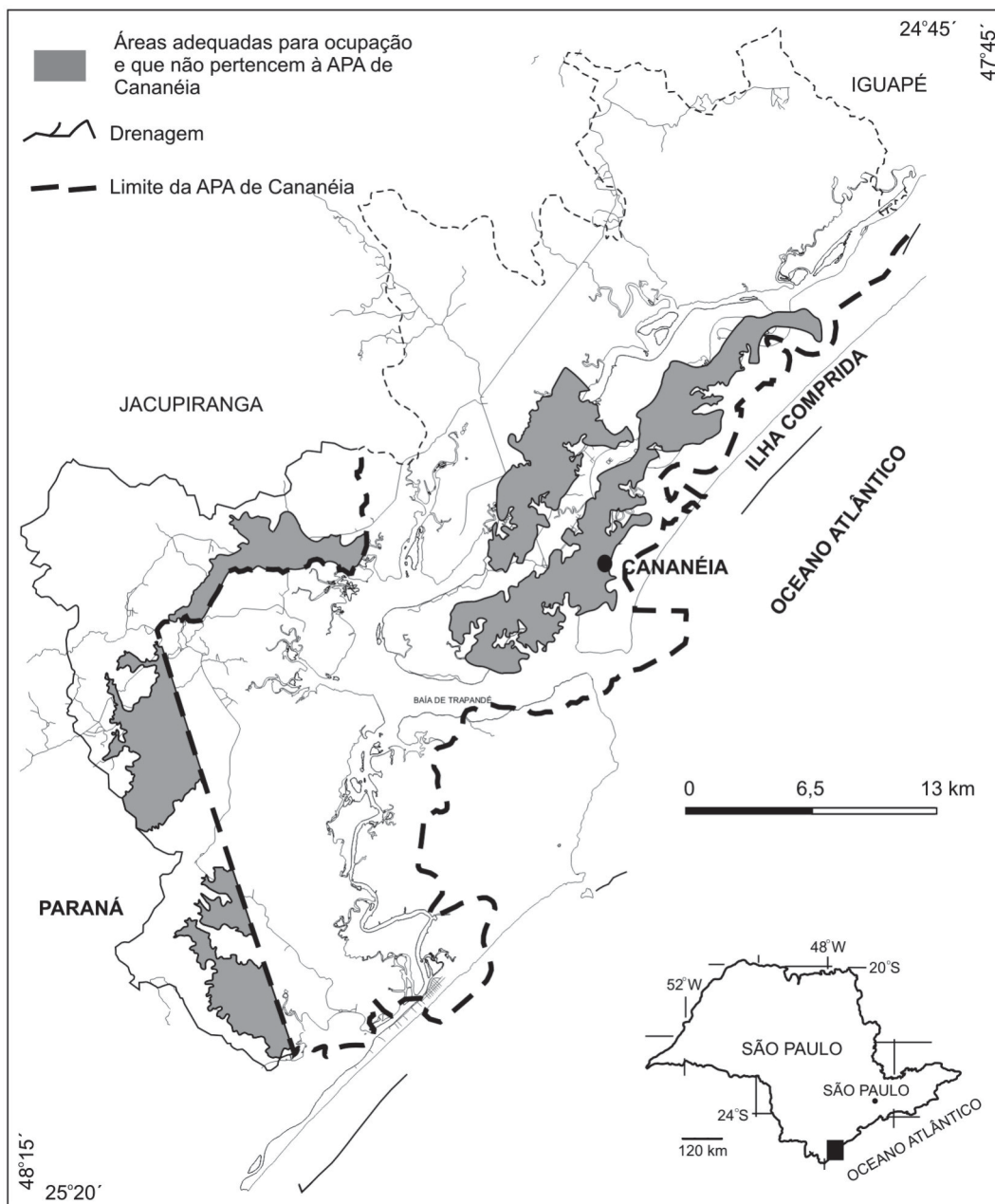


FIGURA 3. Regiões fora da APA adequadas à ocupação no Município de Cananéia.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio concedido, à Darlene de Cássia Armbrust, pelo acabamento do texto, e a Antônio Cesário Porta Júnior, pela editoração de figuras.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, R. Raízes da questão regional no Estado de São Paulo: considerações sobre o vale do Ribeira. *Geografia*, v. 24, n. 3, p. 43-68, 1999.
- CHIODI, D.K.; THEODOROVICZ, A.M.G.; THEODOROVICZ, A.; SILVA, L.M. **Planejamento minerário na ocupação do solo em área de atuação da SUDELPA**. São Paulo: Companhia de Pesquisa de Recursos
- Minerais/Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista (SUDELPA), Relatório Final, v. 2, 1982.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE. **Decreto n. 90.347**, de 23 de outubro de 1984. Disponível em: <http://www2.ibama.gov.br/unidades/apas/docleg/5007/dec90347.htm>. Acesso em: 22jun2005.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E

- ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000 – Malha Municipal Digital do Brasil, 1997**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22abril2005.
5. IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000**. São Paulo: IPT, v. 1, 1981. (a).
  6. IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000**. São Paulo: IPT, v. 1, 1981. (b).
  7. MARETTI, C.C. **Exemplos de geologia aplicada a um processo de planejamento costeiro: cartas geológico-geotécnicas da região estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia e da Ilha Comprida**. São Carlos, 1989. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
  8. OLIVEIRA, A.M. DOS S.; BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N. Geologia de Engenharia e Meio Ambiente. In: BITAR, O.Y. (Coord.), **Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente**. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 248 p., 1995.
  9. SANT’ANNA NETO, J.L. As chuvas no estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT’ANNA NETO, J.L. & ZAVATINI, J.A. (Orgs.). **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Editora Maringá, Universidade Estadual de Maringá, p. 95-119, 2000.
  10. SÃO PAULO (Estado) – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Ambiente e Educação**. São Paulo: SMA, 1994.
  11. SOARES, P.C & FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, n. 32, p. 71-104, 1976.
  12. SUGUIO, K. & MARTIN, L. Mecanismos de gênese das planícies sedimentares quaternárias do litoral do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976, p. 217-236.
  13. THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A.M.G.; CANTARINO, S.C. **Projeto Curitiba – Informações Básicas sobre o meio físico: subsídios para o planejamento territorial – Folha Curitiba 1: 100.000**. São Paulo: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Relatório, p. 109, 1994.
  14. VEDOVELLO, R. **Zoneamento geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico – aplicação em expansão urbana**. São José dos Campos, 1993. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
  15. VEDOVELLO, R. **Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação – UBCs**. Rio Claro, 2000. 154 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP/Campus de Rio Claro.
  16. VENEZIANI, P. & ANJOS, C.E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1982.

*Manuscrito Recebido em: 28 de junho de 2006  
Revisado e Aceito em: 9 de junho de 2007*

