

# Estudo de zoneamento geoambiental com imagens TM/Landsat na região do alto-médio Paraíba do Sul.

Tomoyuki Ohara<sup>1</sup>  
Juércio Tavares de Mattos<sup>2</sup>  
Jairo Roberto Jiménez Rueda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP, Brasil  
{ohara}@ltid.inpe.br

<sup>2</sup>FEG/UNESP - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá  
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333 - Bairro do Pedregulho  
12500-000, Guaratinguetá, SP, Brasil  
Fax (0125) 32-2466

<sup>3</sup>IGCE/UNESP - Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Caixa Postal 178, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil  
Fax (0195) 34-8250

**Abstract.** This paper presents the principal results of the integrated analysis of homogeneous photogeologic zones of spatial attributes of orbital remote sensing data, with the principal characteristics of the physical environment (Geology, Geomorphology and Soils). Furthermore were considered the data from soils and rock laboratory analysis (physical and chemical) of material collected along weathering profiles, as well as edaphoclimatic informations and morphostructural anomalies. The geoenvironmental zones presents the technical evaluations of water resources, evaluations of land use, regional planning, environmental issues, etc.

**Keywords:** Remote Sensing, Geoenvironmental zones, Physical environment

## 1 Introdução

Este estudo foi concebido em função da existência, em nosso território, de extensas regiões sob a influência de climas tropical e subtropical, com índices pluviométricos consideráveis, favorecendo a decomposição das rochas, freqüentemente com consideráveis espessuras de material alterado e com diferentes estágios pedogenéticos, aqui designados coberturas de alteração intempéricas.

As coberturas de alteração intempéricas podem ser entendidas como sendo a resultante da interação de processos exógenos e endógenos, de alteração intempérica na formação de solos

Os fatores exógenos estão relacionados com o clima, organismos, rochas, relevo, tempo e tectônica; os fatores endógenos correspondem aos ganhos, perdas, transformações e translocações de elementos químicos, ocorridos durante os processos de alteração intempérica.

As características fundamentais geopedológicas associadas às suas propriedades definem os volumes de intemperismo.

As características fundamentais geopedológicas são aquelas relacionadas com a cor, estrutura, consistência e densidade, enquanto as propriedades correspondem ao conhecimento da espessura, dos

limites, da capacidade de retenção d'água e da profundidade radicular no perfil de alteração.

## 2 A área de estudos

A área de estudos tem o formato de um paralelogramo, devido ao imageamento da superfície da Terra e rota do satélite Landsat, associado ao tempo de coleta de dados imageados.

Os limites dessa área correspondem aproximadamente, com as coordenadas de 22°35' a 23°35' de latitude sul e de 44°50' a 45°55' de longitude oeste de Greenwich, perfazendo uma superfície aproximada de 9.000 quilômetros quadrados (Fig. 1). Abrange partes da serra da Mantiqueira, da serra do Mar, incluindo a região litorânea e a bacia do rio Paraíba do Sul.

Para o presente estudo adotou-se a classificação do clima que considera a efetividade da precipitação, a qual é o índice de umidade do clima obtido por cálculo que leva em conta o total de chuvas e as temperaturas, na mesma fórmula matemática.

Dessa forma, com o mesmo total de chuvas, o clima é mais úmido onde as temperaturas são mais baixas, pois a evapotranspiração é menor, sobrando



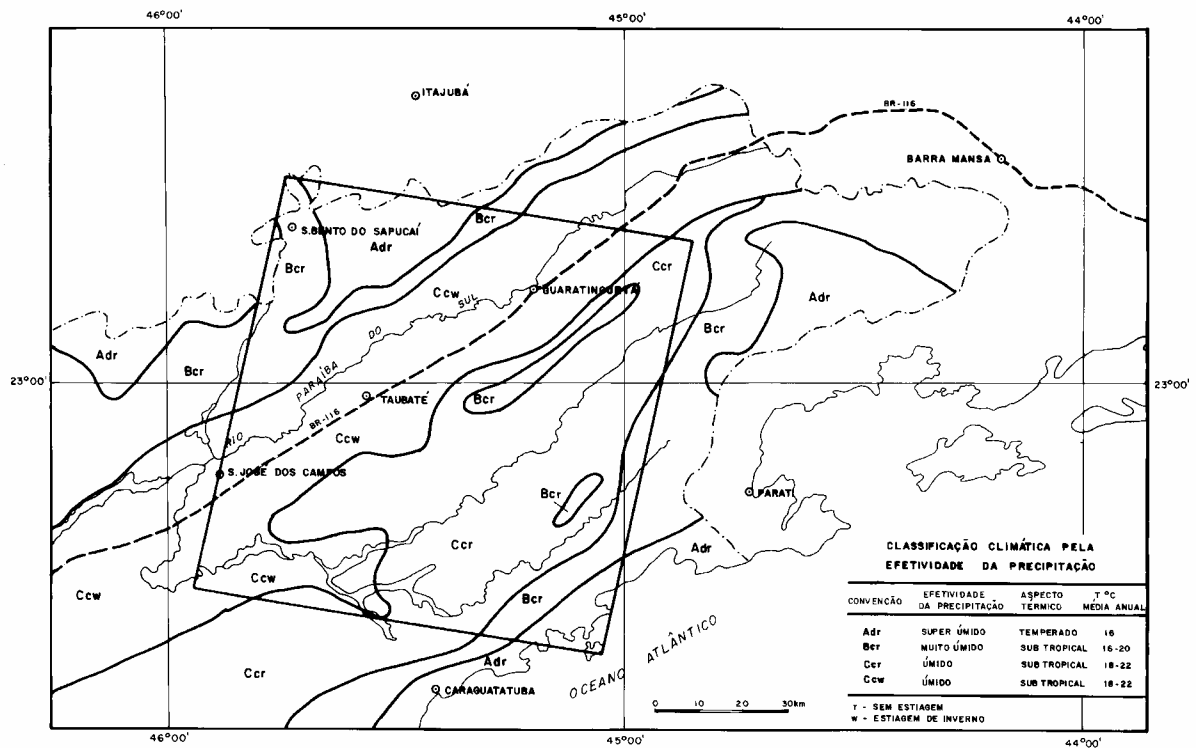


Figura 2 - Os tipos climáticos considerando-se a efetividade da precipitação (Jiménez et alii, 1989b).

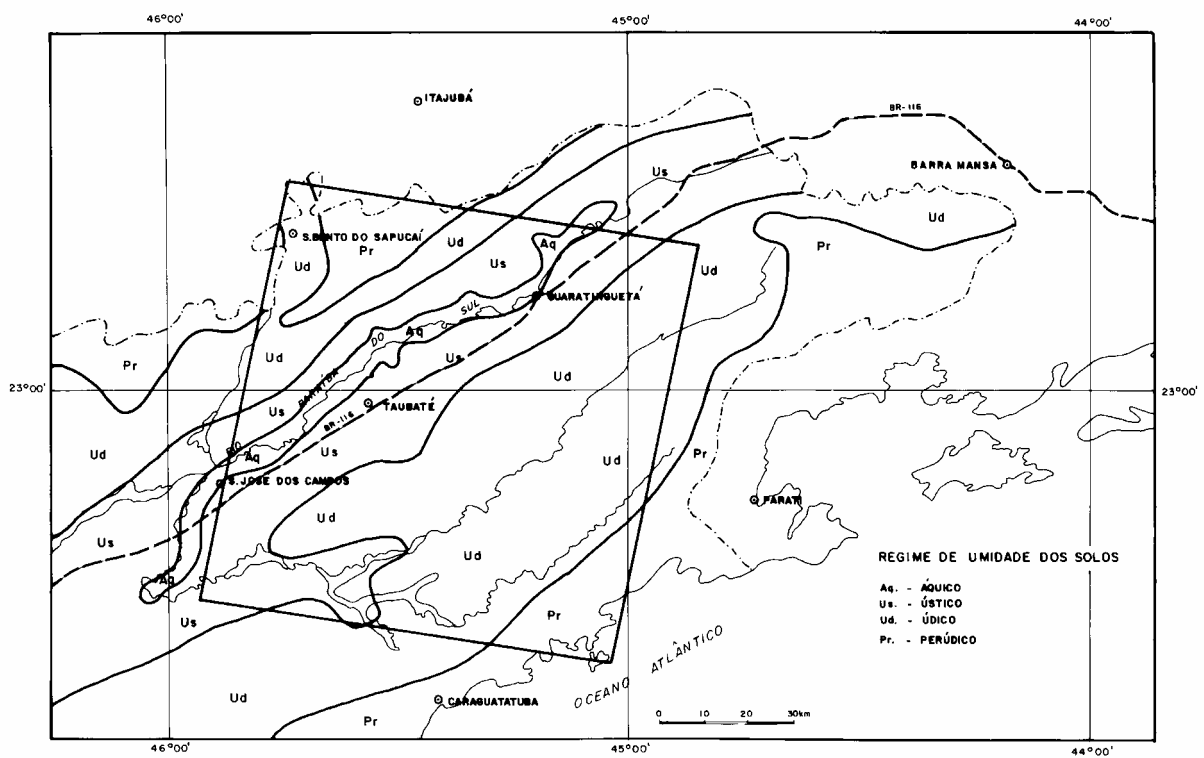


Figura 3 - Os regimes de umidade dos solos (Jiménez et alii, 1989b).

### 3 Sistemática adotada

O mapa de zonas e subzonas geoambientais da região do alto-médio Paraíba do Sul (Ohara, 1995) foi o resultado da análise integrada de zonas fotogeológicas homogêneas de atributos espaciais em produtos de sensoriamento remoto orbital, com as principais características do meio físico, principalmente de fisiografias, litologias e solos, associados com as informações edafoclimáticas e morfoestruturais.

As zonas geoambientais são regiões delimitadas por rupturas de declive, geralmente associados aos limites litológicos e/ou geológicos e eventualmente a limites erosivos, e descontinuidades estruturais (discordâncias e falhamentos).

As zonas geoambientais foram subdivididas em função de algumas variáveis, que condicionam a configuração das formas de relevo e seus respectivos graus de alteração intempéricos.

As variáveis consideradas foram os tipos de paisagens ou unidades fisiográficas, o grau de dissecação, diferenças edafoclimáticas, anomalias morfoestruturais e morfometria.

As zonas geoambientais foram caracterizadas em função de processos específicos de alteração intempérica ou do tipo de colóide intempérico predominante (paragênese do colóide).

Esse mapa de zonas e subzonas geoambientais apresenta as potencialidades e o suporte do meio físico, em função dos condicionadores naturais e dos modificadores sócioeconômicos regionais.

### 4 Resultados

Nesse mapa foram definidos oito zonas e quarenta e sete subzonas geoambientais intimamente relacionadas com as características do meio físico (Tabela I).

Numa análise conjunta da Figura 4 e da Tabela I, ambas no final do texto, foi possível fazer as seguintes considerações:

- a) o processo de latossolização é dominante nas regiões fisiográficas representadas por planaltos desde muito alto, alto, até o médio;
- b) nas regiões fisiográficas de planaltos baixo e muito baixo, o processo de podzolização é dominante, com localizadas áreas de latossolização, como na subzona granitóides migmatíticos (SGTM);
- c) nas regiões geográficas do Vale do Paraíba e Costeira não ocorre o processo de latossolização, tendo-se a predominância do processo de podzolização com localizada cambissolização na subzona granitos gnáissicos finos (SGTX);

d) a única representação do processo de cambissolização ocorreu na subzona granitos gnáissicos finos (SGTX), a qual foi delimitada na região geográfica Costeira, região essa representada por planalto muito baixo, fortemente dissecado e com feições texturais/estruturais de escarpas festonadas;

e) as regiões geográficas da Serra da Mantiqueira e do Paraitinga-Paraibuna são dominadas pelos edafoclimas údico e perúdic, caracterizadas pelos tipos climáticos muito úmido e superúmido, com a permanência mais constante da substância água nos solos, favorecendo dessa forma o processo de alteração intempérica durante a maior parte do ano.

Na região da Serra da Mantiqueira tem-se também a influência do edafoclima ústico, principalmente nas áreas de planalto baixo, onde a estiagem de inverno se faz presente, favorecendo a deficiência hídrica nos solos da região, como pode ser atestado pela presença de Cambissolos latossolizados em região com morfoestruturas negativas e positivas e, com litologias de biotita gnaisses e xistos. Outros solos classificados com esse edafoclima ústico foram: Podzólico Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho Amarelo;

f) a região do Vale do Paraíba é essencialmente caracterizado pelos edafoclimas ústico e áquico, favorecendo a formação de Cambissolos, Latossolos Vermelho Escuro e Podzólico Vermelho Escuro, provenientes da decomposição de sedimentos flúvio-lacustres, e caracterizando unidades mono a bissialíticas;

g) na região intermediária entre a cidade de Natividade da Serra e a rodovia Osvaldo Cruz (SP-125), a subzona granitóides migmatíticos apresenta-se com uma “discordância geopedológica”, devido à presença de falhamento normal orientado para norte-noroeste, individualizando subzonas distintas em sua porção oriental (SGTM1) e na porção ocidental (SGTM4).

Fazendo-se uma análise integrada, nessa região, das informações fisiográficas, geopedológicas, morfoestruturais e, de unidades e coberturas de alteração intempéricas, verificou-se que o bloco oriental sofreu um abatimento relativo com mergulho aparente para norte-noroeste, atestado pela presença de baixo estrutural na extremidade ocidental da subzona SGTM1.

Essa região do bloco oriental encontra-se representada por uma cobertura latossólica, à semelhança da zona geoambiental ectinitos síltico argilosos (ZGEC), existente mais ao sul.

No entanto, as unidades geopedológicas são diferenciadas, sendo que a subzona SGTM1 é representada por Cambissolo latossolizado e a zona ZGEC por Latossolo Vermelho Amarelo em região de

alto estrutural. Essa situação sugere uma retomada pós-falhamento, no processo geopedogenético regional dos latossolos outrora existentes;

h) caso semelhante ocorreu na região entre a cidade de Paraibuna e a represa do Paraitinga-Paraibuna, onde também foi identificado um falhamento normal orientado para norte-noroeste, com o bloco ocidental (subzona SGT3) abatido em relação ao bloco oriental (subzona SGT4) e, com mergulho aparente para sudoeste, sentido inverso do caso anterior.

As linhas de formas não-cotadas do bloco ocidental apresentam-se conformando diversas morfoestruturas negativas fechadas e parcialmente fechadas, as quais indicam um ambiente redutor e uma hidrólise parcial, atestados pela presença de Cambissolo latossolizado e Podzólicos Vermelho Amarelo.

Fato interessante é a associação inversa das coberturas de alteração intempéricas com esses solos, visto que o Cambissolo latossolizado foi classificado como uma cobertura latossólica e com unidade de alteração intempérica alítica, enquanto que o Podzólico Vermelho Amarelo/Escuro foi classificado como cobertura podzólica-cambissólica e com unidade de alteração intempérica bissialítica, sugerindo também uma retomada pós-falhamento, no processo geopedogenético dos latossolos outrora existentes;

i) o bloco central, se relacionado com os dois blocos abatidos nas suas extremidades, estruturalmente é um bloco elevado, representado por morfoestruturas positivas alongadas no rumo grosseiramente leste-oeste.

As linhas de formas não-cotadas desse bloco elevado assinalam a superposição de um outro evento com esforços compressivos ortogonais às morfoestruturas positivas, indicando um redobramento no sentido norte-sul.

Nesse bloco elevado e morfoestruturalmente positivo fica provado o processo de latossolização generalizada, com ocorrência localizada do processo de laterização, principalmente nos locais de altos estruturais e altos topográficos. Nessas regiões ocorrem intensos processos de lixiviação dos elementos alcalinos e alcalinos terrosos, os quais favorecem a hidrólise total, com a conseqüente concentração das formas oxídicas dos elementos metálicos do perfil de alteração intempérica;

j) das quarenta e sete subzonas individualizadas na região do alto-médio Paraíba do Sul, vinte e duas subzonas (quase a metade) encontraram-se afetadas por “trends” de fraturamentos, normalmente relacionados aos diversos sistemas de falhas cisalhantes existentes na área de estudo, os quais resultaram variados graus de intemperismo e, freqüentemente formas de relevo mais

antigas e dissecadas.

Abaixo é mostrada a relação das subzonas com os “trends” de fraturamentos; as relações com outras informações temáticas, tais como de fisiografia, de litologia, de solos geopedológicos, de unidades e coberturas de alteração intempéricas e de anomalias morfoestruturais, encontram-se resumidas na Tabela I.

Na região geográfica da Serra da Mantiqueira sete subzonas de três zonas geoambientais foram afetadas por “trends” de fraturas:

1. subzona SMGG1 com os “trends” da falha do Ribeirão da Serra e da falha Jundiuvira;
2. as falhas de Piedade e do Buquira afetaram as subzonas SMGG2 e ZGXX3;
3. subzona ZGXX2 foi afetada pela falha Jundiuvira e por outras estruturas geológicas sem identificações e, no geral, orientadas ao redor da direção leste-oeste;
4. outras estruturas geológicas sem identificações orientadas próximas de leste-oeste, também afetaram as subzonas SMGH2 e SMGT;
5. por fim, a subzona denominada SGND1 foi afetada pela falha do Paiol e por outras estruturas geológicas, também orientadas ao redor de leste-oeste.

Na região geográfica do Paraitinga-Paraibuna foram identificados quinze subzonas afetadas por diversos “trends” de fraturamentos, as quais são relacionadas a cinco diferentes zonas geoambientais e, abaixo relacionadas:

1. a subzona SGNQ está relacionada com a falha do Indaiá;
2. a falha de Natividade da Serra afetou as subzonas SGT1, SGT2, ZGEC;
3. a falha de Natividade da Serra em conjunto com a falha de Cubatão afetou a subzona SGT4;
4. as subzonas SGNG1, SGT1, SGT3 estão relacionadas com as falhas de Taxaquara e de Cubatão;
5. as falhas Serra do Jambreiro e do Rio Comprido afetaram a subzona SGN2;
6. as subzonas SGNG2 e SMGX encontram-se relacionadas com a falha de Quebra Cangalha;
7. e, por fim as falhas do Alto da Fatura e de Santa Rita afetaram as subzonas SGNB1, SBNF, SGNZ1 e SBNF2.

k) As zonas e subzonas geoambientais, como foram determinadas, ou seja, por meio de uma avaliação integrada de unidades e coberturas de alteração intempéricas, com outras informações do meio físico, tais como edafoclimáticas, de fisiografias, litologias, solos geopedológicos e morfoestruturais, fornecem importantes subsídios para a definição e prioridades

para diversas aplicações:

1. obras de engenharia, tais como implantação de rodovias e grandes edificações são recomendadas em zonas/subzonas com predominância de morfoestruturas positivas e, moderadamente indicadas em áreas com alto e baixos estruturais. Dessa forma as subzonas mais indicadas são SSDL2 e SSDL3, em função da intensa expansão urbana e industrial existente na região do Vale do Paraíba;

2. estudos de recursos hídricos subterrâneos são indicados em áreas com morfoestruturas negativas, onde a circulação d'água é alta e direcionada. Na região do Vale do Paraíba a área mais indicada para estudos para obtenção de recursos hídrico subterrâneos é a região entre as cidades de Pindamonhangaba e Roseira, onde foi detectada uma ampla morfoestrutura negativa, nas subzonas SSDL3 e SSDF;

3. uso agrícola direcionado deve estar relacionado com a alta e média fertilidade atual e potencial, tais como nas áreas com baixo estrutural, como é o caso, também da região entre as cidades de Pindamonhangaba e Roseira, como atestado pela presença nessa região de área-piloto da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo;

4. planejamento territorial urbano é adequado em áreas com altos estruturais e altos topográficos, como é o caso das regiões de São José dos Campos (córrego Campestre-Vista Verde), entre Caçapava e Quiririm, Tremembé-Taubaté, nordeste de Pindamonhangaba e noroeste de Guaratinguetá, nas subzonas SSDL3 e SSDL2;

5. proteção ambiental deve estar relacionado com as cabeceiras de bacias hidrográficas, correspondendo normalmente a altos topográficos, como é o caso das serras do Jambreiro (região entre as subzonas SGTP2 e SGNZ2) e do Palmital (região entre as subzonas SMGG1 e ZGXX3), respectivamente ao sul e norte das cidades de São José dos Campos, Caçapava e Taubaté;

6. aterros sanitários para efluentes líquidos e sólidos devem ser indicados em áreas com baixo estrutural e alto topográfico, onde a circulação de líquidos é baixa e direcionada e a percolação é mediana, apesar do grande potencial de erosão da área. Na região de São José dos Campos a área mais indicada situa-se a cerca de 2 a 3 quilômetros ao sul da Granja Itambi, mais especificamente entre o lago da Maranata e a fazenda Capuava.

Evidentemente, para a implantação de qualquer dessas aplicações nas áreas aqui mencionadas, deve ser executado outros trabalhos com maiores detalhes e direcionados para cada atividade de interesse, inclusive com o envolvimento de outras técnicas afins, tais como trabalhos de sondagens geofísicas para o conhecimento,

por exemplo da espessura do manto de alteração, nível freático, dentre outras.

## 5 Conclusões

Mais uma vez, os produtos e a tecnologia de sensoriamento remoto mostraram a sua viabilidade técnica, dessa vez para o estudo do zoneamento geoambiental em escala regional, relacionado com as informações, obtidas com esses produtos, de temas afins, principalmente de fisiografias, litologias, geopedológicas, de unidades e coberturas de alteração intempéricas e de anomalias morfoestruturais.

A sistemática metodológica executada mostrou-se bem planejada, com suas atividades interrelacionadas e, dependentes de uma perfeita discriminação e definição das zonas fotogeológicas homogêneas, obtida pelo estudo integrado dos atributos espaciais de produtos de sensoriamento remoto orbital, por meio da análise do arranjo textural de elementos de relevo e drenagem.

Essa interrelação das atividades foi bastante interessante, visto que os resultados parciais obtidos nas diversas fases da sistemática, foram integradas com razoável facilidade, tanto para a obtenção do mapa de unidades e coberturas de alteração intempéricas, como do mapa de zonas e subzonas geoambientais da região do alto-médio Paraíba do Sul.

A delimitação e cartografia de unidades e coberturas de alteração intempéricas com o uso de sensoriamento remoto orbital, como realizado na região do alto-médio Paraíba do Sul, é um fato inédito e, em função dessa premissa, possível a modificações e/ou mesmo a erros.

O zoneamento geoambiental do meio físico obtido com sensoriamento remoto orbital pode mostrar-se bastante adequado para os diversos planejadores, com a exposição de subsídios técnicos para a definição e prioridades para estudos de obras de engenharia, de recursos hídricos, uso agrícola direcionado, planejamento territorial, proteção ambiental, dentre outras aplicações relacionadas com o meio físico.

## Referências bibliográficas citadas e/ou consultadas

Camargo, M.N.; Klant, E.; Kauffman, J.H. Sistema brasileiro de classificação de solos. Soc. Bras. Ciê. Solo, Campinas, 12(1): 11-33. (Separata do Bol. Inf.). 1987.

Gonçalves, J.M.M. Caracterização das coberturas de alteração e suas aplicações na região entre os municípios de Analândia, Itirapina e São Carlos (SP). Rio Claro, UNESP, IGCE, 176 p. (Dissertação de Mestrado). 1993.

- Jiménez, R.J.R. Índice de intemperismo e suas relações com feições morfoestruturais e texturais das imagens de satélite. Rio Claro, UNESP, IGCE, Dep. Min. Rec. Minerais. (Monografia datilografada) 1980.
- Jiménez, R.J.R.; Mattos, J.T. de; Teixeira, J.A.; Malagutti Filho, W.; Sepe, P.M.; Elis, V.R.; Rigo Júnior, L. Condições geopedológicas da região de Piracicaba em áreas ocupadas pela usina Costa Pinto S/A Açúcar e Álcool. Piracicaba, Us. Costa Pinto. 1988.
- Jiménez, R.J.R.; Mattos, J.T. de; Malagutti Filho, W. Estudos integrados para controlar os impactos ambientais de um sistema de irrigofertilização com vinhoto na região centro-leste do estado de São Paulo. In: Simpósio Latino-Americano de Percepción Remota, IV., San Carlos de Bariloche, Argentina, 1989. Anais. São José dos Campos, INPE/SELPER, tomo I, p.459-465. 1989a.
- Jiménez, R.J.R.; Pessotti, J.E.S.; Mattos, J.T. de Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da serra do Mar no estado de São Paulo. In: Simpósio Latino-Americano de Percepción Remota, IV., San Carlos de Bariloche, Argentina, 1989. Anais. São José dos Campos, INPE/SELPER, tomo I, p.135-140. 1989b.
- Jiménez, R.J.R.; Mattos, J.T. de; Riedel, P.S. Estudos correlativos entre respostas espectrais e índices de intemperismo de coberturas de alteração intempéricas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, VI, Manaus, 1990.
- Jiménez, R.J.R.; Nunes, E.; Mattos, J.T. de Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da folha São José de Mipibu - RN. Geociências, São Paulo, 12(2): 481-491. 1993.
- Mattos, J.T. de; Jiménez, R.J.R. Discriminação de matizes de cores em coberturas de alteração intempéricas utilizando o método da Distância Generalizada D2 Mahlanobis. In: Simpósio Latino-Americano de Percepción Remota, IV., San Carlos de Bariloche, Argentina, 1989.
- Mattos, J.T. de; Jiménez, R.J.R. Estudos das correlações entre respostas espectrais e os índices de alteração intempéricas dos maciços rochosos (cristalino) numa região do litoral paulista. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, VI., Manaus, 1990. (Trabalho apresentado).
- Melfi, A.J. Intemperismo de granitos e diabásios no município de Campinas e arredores, estado de São Paulo. São Paulo, USP, F.F.C.L., 166 p. 1967.
- Melfi, A.J.; Pedro, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil - parte I - caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogeoquímica. Rev. Bras. Geoc., 7(4): 271-286. 1977.
- Melfi, A.J.; Pedro, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil - parte II - considerações sobre os mecanismos geoquímicos envolvidos na alteração superficial e sua repartição no Brasil. Rev. Bras. Geoc., 8(1): 11-22. 1978.
- Ohara, T. Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto. Rio Claro, UNESP, IGCE, 235 p. (Tese de Doutorado). 1995.
- Queiroz Neto, J.P. O estado atual dos estudos dos solos brasileiros. Bol. Paul. Geogr., 41, p.3-22. 1964.
- Queiroz Neto, J.P. Solos e paleossolos do estado de São Paulo e suas interpretações paleogeográficas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 18., Porto Alegre, 1974. Porto Alegre, SBG, v.3, p.174-181. 1974.
- Queiroz Neto, J.P. Pedogênese no Planalto Atlântico; contribuição à interpretação paleogeográfica dos solos da Mantiqueira Norte Ocidental. São Paulo, USP, Inst. Geogr., 270 p. (Tese de Livre Docência). 1975.
- Riedel, P.S. Estudo das coberturas de alteração de parte do centro-leste paulista através de dados de sensoriamento remoto. São José dos Campos, INPE, 109 p. (Dissertação de Mestrado). (INPE-4849-TDL/364). 1989.
- Riedel, P.S.; Jiménez, R.J.R.; Mattos, J.T. de Estudo das coberturas de alteração de parte do centro-leste paulista através de dados de sensoriamento remoto. In: Simpósio Latino-Americano de Percepción Remota, IV., San Carlos de Bariloche, Argentina, 1989. Anais. São José dos Campos, INPE/SELPER, tomo I, p.640-649. 1989.
- Soil Taxonomy. A basic system of soil classification of making and interpreting soil surveys. USDA. handbook, 436. 754 p. 1975.
- Volkmer, S. Caracterização mineralógica das coberturas de alteração intempérica da quadrícula de São Carlos (QSC), SP - escala 1:100.000. Rio Claro, UNESP, IGCE, 157 p. (Dissertação de Mestrado). 1993.

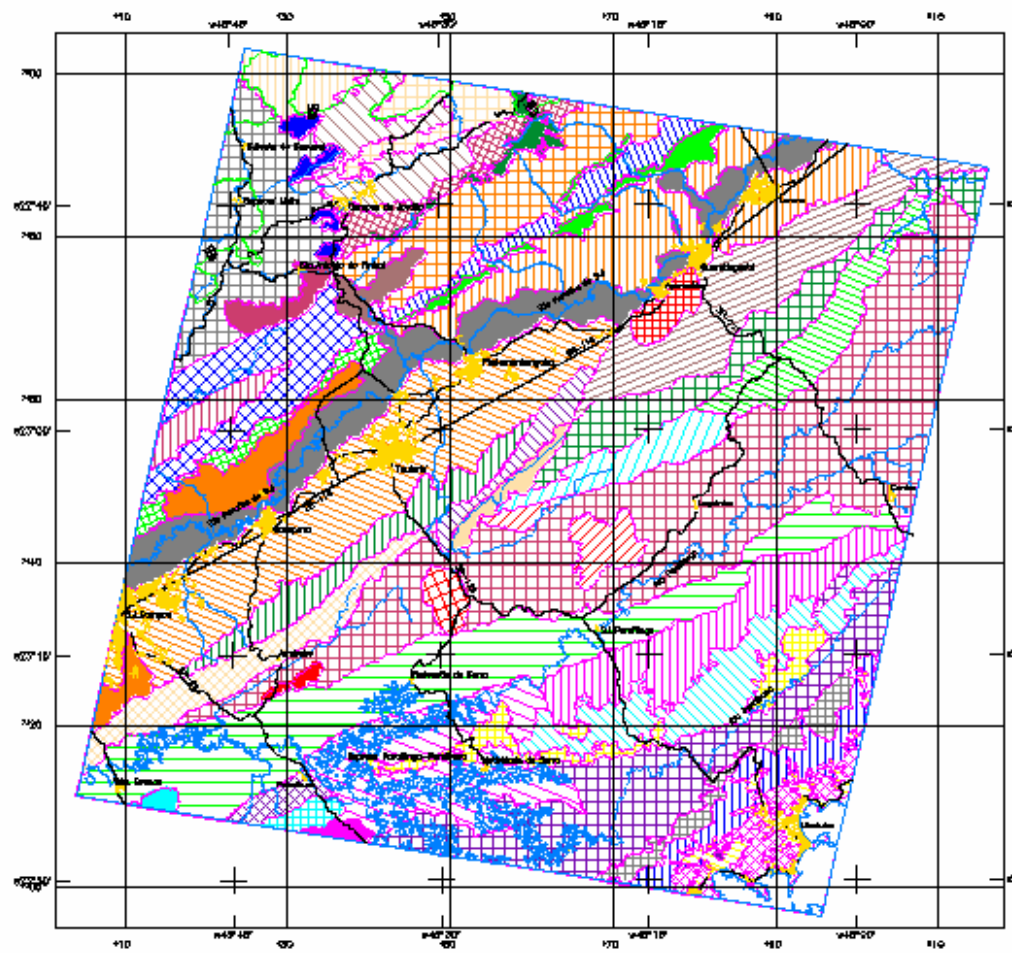
TABELA I

RELAÇÃO DAS ZONAS E SUBZONAS GEOAMBIENTAIS COM AS UNIDADES LITOLÓGICAS (lito), GEOPEDOLÓGICAS (geopedo), DE FISIOGRAFIAS (fisio), DE ALTERAÇÃO (uai) E COBERTURAS (cai) INTEMPÉRICAS, PARAGÊNESE E ANOMALIAS DE MORFOESTRUTURAS (morfo).

zona	subzona	região	lito	geopedo	fisio	morfo	cai	uai	paragênese	observações		
ZGBG	SBGE	RSM	gre	LVeud2	Pmfdn	baixo	Latos-Podz	Mono-Ali	Caul-Gibb			
	SBGF1	RPP	grf	LVaud4	Pmmdn	alto-baixo	Latos-Podz-Camb	Mono	Caul			
	SBGF2				Pbmdn							
	SBGF3				Pbmdn							
SBGF4			LVaud3	PbFdn		Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	Pequena área próxima a Jambeiro			
ZGGN	SGND1	RSM	bgn	PVep	Pamdo	monoclinal	Latos-Podz	Ali-Mono	Gibb-Caul	PaFdo entre as serras da Coimbra e da Água Santa - Falha do Paiol Grande		
	SGND2			PVeus2	Pbmdn		Podz-Camb	Bi	Mont	Com textura fina		
	SGNM			gmb	Cud2		PaFdc	baixo-alto	Latos-Podz-Camb	Mono	Caul	
	SGNX1			bx	LVaus		Pbmdn	alto				Com textura fina
	SGNX2			Clus		baixo-alto	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	Com textura fina		
	SGNB1	RPP	bgb	LVeud1	PmFdn	alto-baixo	Latos-Podz-Camb	Mono	Caul	PmFdo próx. rio Paraitinga e extrem. SW - Falha Alto da Fartura - "Mar de Morros"		
	SGNB2			PVeud1	PbFdn	baixo-alto	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	"Mar de Morros" - região de Aparecida		
	SGNF			bgf		PmFdo					Falha Alto da Fartura	
	SGNG1			bgx	PVaud(LVeus/ud)	PmFdo		Latos-Podz	Ali-Mono	Gibb-Caul	Pbmdo c/ formas arrasadas e < amplitude a SW de Redenção - Falha Taxaquara/Cubatão	
	SGNG2			PVaud4	Pamdo		Latos-Podz-Camb	Mono	Caul	Falha do Quebra Cangalha		
	SGNQ		gnq	Clud1	PmFdo	alto	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	PmFdn de NW de Ubatuba até a serra do Indaiá - Falha do Indaiá		
	SGNZ1		bgm	PVeud1		monoclinal				Falha Alto da Fartura - serra do Quebra Cangalha		
	SGNZ2			PVeud(PVaus)	PbFdo	baixo	Podz-Camb	Bi	Mont	Falha Serra do Jambeiro - serra do Jambeiro		
	SGNH1	RC	ch	PVaud1	pel (isolado)	alto-baixo	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont			
	SGNH2			Pmbmdn								
	ZGMG	SMGG1	RSM	meg	PVeud	PmFdo	alto				Sul da serra do Palmital: formas escarpadas baixas - Falha do Ribeirão da Serra	
SMGG2		PVeud2				baixo-alto	Podz-Camb	Bi	Mont	Idem para áreas estreitas e alongadas a NE de Pinda - Falha de Piedade e do Buquira		
SMGH1		mch			PVaud+Cud	Pmmdn		Latos	Ali	Gibb	PmFdo - região do Parque Estadual de Campos do Jordão	
SMGH2				Pmmdo								
SMGT		RPP	met	PVaud			Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont			
SMGB				mgb	PVaud2	PbFdn						
SMGX		mex	Cud1	PaFdo	baixo				Falha de Santa Rita			
ZGMC		RSM	cm	CHpr	Pmafnd	alto	Latos-Podz-Camb	Mono	Caul			
ZGXG	ZGXG1		xgn	LVaud2	PaFdn							
	ZGXG2			LVapr2	Pmafdo		Latos	Ali	Gibb	Falha Jundiuvira		
	ZGXG3			Clud3	Pbmdo	baixo-alto	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	Falha do Buquira		
ZGSD	SSDF	RVP	agar	HGHaq	pai							
	SSDL1			sfl	Cus	pei						
	SSDL2				LVeus		alto					
	SSDL3				PVeus1		alto-baixo					
	SSDM	RC	qm	HPus	pal	baixo						
ZGGT	SGTD1	RPP	ydm	PVapr	PaFdo	alto-baixo	Latos-Podz	Mono-Ali	Caul-Gibb	Falha de Natividade da Serra		
	SGTD2			PVaud3	Pbfdo	baixo	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	SW de Paraibuna - Falha de Natividade da Serra		
	SGTD3			PValud	PbFdn		Podz-Camb	Bi	Mont	Santa Branca		
	SGTM1	ymp		Clud2	Pamdo	baixo-alto	Latos	Ali	Gibb			
	SGTM2			PbFdn						SW de Paraibuna		
	SGTM3			PVa/eud	Pbmdo		Podz-Camb	Bi	Mont	Paraibuna		
	SGTM4			LVaud1		alto	Latos-Podz-Camb	Mono	Caul	Represa		
	SGTP1	ygp		PVeud1	Pmmdn		Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	PaFdo na região da serra Fria ou dos Forrós		
	SGTP2			PVaud(LVeus)	Pbmdn	alto-baixo						
	SGTX	RC	ygf	Cpr	PmbFdc	baixo-alto	Camb	Bi-Mono	Mont-Caul			
ZGEC		RPP	re	LVapr1	Pamdo	alto	Latos	Ali	Gibb	Falha de Natividade da Serra		

RSM - região da Serra da Mantiqueira; RVP - região do Vale do Paraíba; RPP - região do Paraitinga-Paraibuna; RC - região Costeira.





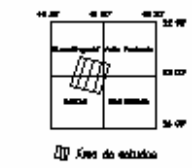
**LEGENDA**

- ZGBC – Zona Geoambiental Biotita Granítes
- SBBC – Subzona Granitos Equigranulares
- SBBF1 – Subzona Granitoides Folhados 1
- SBBF2 – Subzona Granitoides Folhados 2
- SBBF3 – Subzona Granitoides Folhados 3
- SBBF4 – Subzona Granitoides Folhados 4
- ZGCN – Zona Geoambiental Gnaisses
- SGND1 – Subzona Biotita Gnaisses Granodioríticos 1
- SGND2 – Subzona Biotita Gnaisses Granodioríticos 2
- BBNM – Subzona Gnaisses e Migmatitos Biotomilitáricos
- SBMX1 – Subzona Biotita Gnaisses e Xistos 1
- SBMX2 – Subzona Biotita Gnaisses e Xistos 2
- SBMB1 – Subzona Biotita Gnaisses Bandados 1
- SBMB2 – Subzona Biotita Gnaisses Bandados 2
- SBMF – Subzona Biotita Gnaisses Fines
- SGMC1 – Subzona Biotita Gnaisses Granitoides e Xistos 1
- SGMC2 – Subzona Biotita Gnaisses Granitoides e Xistos 2
- SBMq – Subzona Biotitas e Quartzeitos
- SBM21 – Subzona Biotita Gnaisses Nigmatizados 1
- SBM22 – Subzona Biotita Gnaisses Nigmatizados 2
- SBMH1 – Subzona Gnaisses com Chamaquites 1
- SBMH2 – Subzona Gnaisses com Chamaquites 2
- ZGNC – Zona Geoambiental Migmatitos
- SMG21 – Subzona Migmatitos Extramafíticos e Gnaisses 1
- SMG22 – Subzona Migmatitos Extramafíticos e Gnaisses 2
- BMCH1 – Subzona Migmatitos Polifásicos Homogêneos e/ou Chamaquites 1
- BMCH2 – Subzona Migmatitos Polifásicos Homogêneos e/ou Chamaquites 2
- SMGT – Subzona Migmatitos Extramafíticos com Hecessoma Tonalítico
- SMGB – Subzona Migmatitos Extramafíticos ou Gnaisses Bandados
- BMGX – Subzona Migmatitos Extramafíticos com Paleosseno Xistoso
- ZGNC – Zona Geoambiental Metaconglomerados
- ZBMC – Zona Geoambiental Metaconglomerados
- ZEXG – Zona Geoambiental Xistos e Gnaisses
- SBXG1 – Subzona Xistos e Gnaisses 1
- SBXG2 – Subzona Xistos e Gnaisses 2
- SBXG3 – Subzona Xistos e Gnaisses 3
- ZGSD – Zona Geoambiental Sedimentos
- SSDF – Subzona Sedimentos Fluviais
- SSDL1 – Subzona Sedimentos Flúvio-Lacustres 1
- SSDL2 – Subzona Sedimentos Flúvio-Lacustres 2
- SSDL3 – Subzona Sedimentos Flúvio-Lacustres 3
- SSDM – Subzona Sedimentos Marinhos
- ZGCT – Zona Geoambiental Granitoides
- SBTD1 – Subzona Granitoides a Duas Micas 1
- SBTD2 – Subzona Granitoides a Duas Micas 2
- SBTD3 – Subzona Granitoides a Duas Micas 3
- SBTM1 – Subzona Granitoides Migmatíticos 1
- SBTM2 – Subzona Granitoides Migmatíticos 2
- SBTM3 – Subzona Granitoides Migmatíticos 3
- SBTM4 – Subzona Granitoides Migmatíticos 4
- SBTP1 – Subzona Granitoides Porfíroides 1
- SBTP2 – Subzona Granitoides Porfíroides 2
- SBTX – Subzona Granitoides Cristalinos Fines
- ZGEC – Zona Geoambiental Ecólitas Sílicas Argilosas
- ZBEC – Zona Geoambiental Ecólitas Sílicas Argilosas

**Localização da área**



**Articulação das folhas**



**CONVENÇÕES**

- Drenagem, Represa e Litoral
- Áreas urbanizadas
- Rodovias
- Limite estadual SP-MG
- Limite entre zonas ou subzonas geoambientais

**Base planimétrica**

Imagem—quadrante TN/Landsat  
 árbitra/ponto—quadrante: 218/76—W  
 poseção: 17 de Junho de 1987  
 projeção: SDM

**Nota de crédito**

O mapa de zonas e subzonas geoambientais da região de alto-médio Paraíba do Sul é resultado da zoneamento obtido com a integração de unidades litológicas, geopedológicas, litogeográficas, de unidades e coberturas de alteração intempéricas, parageneses de colúides e anomalias de morfotestruras.

**MAPA DE ZONAS E SUBZONAS GEOAMBIENTAIS DA REGIÃO DO ALTO-MÉDIO PARAÍBA DO SUL**