

SUBSÍDIOS PARA MÚLTIPLAS APLICAÇÕES ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO INTEGRADA DE DADOS DO MEIO FÍSICO COM PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

TOMOYUKI OHARA¹
JUÉRCIO TAVARES DE MATTOS²
JAIRO ROBERTO JIMÉNEZ RUEDA³

¹INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515, 12.201-970, São José dos Campos, SP, Brasil
Tel. (012) 345-6440; Fax: (012) 345-6460 ou 345-6449; E-mail: ohara@ltid.inpe.br

²FEG/UNESP - Faculdade de Engenharia da UNESP de Guaratinguetá
Caixa Postal 205, 12.500-000, Guaratinguetá, SP, Brasil; E-mail: juercio@feg.unesp.br

³IGCE/UNESP - Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Caixa Postal 178, 13.506-900, Rio Claro, SP, Brasil

ABSTRACT

This study presents the results of the integrated analysis of homogeneous zones of spatial attributes of remote sensing data, on the eastern region of São Paulo state, with the principal characteristics of the physical environment (Geology, Physical Geography and Soils). Furthermore were considered the data from soils and rock laboratory analysis (physical, chemical and mineralogical) 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, Integrated Analysis, Technical Evaluations.

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados da avaliação integrada de dados do meio físico, através do zoneamento geoambiental de uma área de aproximadamente 9.000 km², abrangendo partes da serra da Mantiqueira e da serra do Mar, incluindo a região litorânea setentrional paulista e a bacia do alto-médio rio Paraíba do Sul, na região leste do estado de São Paulo.

A finalidade desse estudo foi obter o mapa de zonas e subzonas geoambientais, o qual fornece importantes informações do meio físico no subsídio para a definição e prioridades em algumas aplicações para a geologia de planejamento ambiental.

A incorporação do estudo e a caracterização de unidades e coberturas de alteração intempérica, é justificável pela presença de consideráveis espessuras de material alterado, através do conhecimento das características física, química e pedogenéticas dos seus horizontes constituintes, inclusive o seu relacionamento com o meio físico.

SISTEMÁTICA UTILIZADA

O mapa de zonas e subzonas geoambientais da região do alto-médio Paraíba do Sul (Ohara, 1995; 1996; 1998) 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.

RESULTADOS

O mapa de zonas e subzonas geoambientais (Figura 1) apresenta-se com oito zonas e quarenta e sete subzonas geoambientais intimamente relacionadas com as características do meio físico (Tabela I), em cuja análise foi possível fazer-se 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 gnáissico 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 perúdico, 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 gnáisses 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 SGTM3) abatido em relação ao bloco oriental (subzona SGTM4) e, com mergulho aparente para sul-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.

A seguir 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 ZGXG3;

3. subzona ZGXC2 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 SGTD1, SGTD2, ZGEC;
3. a falha de Natividade da Serra em conjunto com a falha de Cubatão afetou a subzona SGTM4;
4. as subzonas SGNG1, SGTM1, SGTM3 estão relacionadas com as falhas de Taxaquara e de Cubatão;
5. as falhas Serra do Jambeiro e do Rio Comprido afetaram a subzona SGNZ2;
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 SGBF2.

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 altos 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. Essas duas subzonas ocorrem na região do Vale do Paraíba (RVP), tem o substrato litológico de sedimentos flúvio-lacustres (sfl), constituído pela fisiografia de planície de erosão interplanáltico (pei), pela cobertura de alteração intempérica podzólica-cambissólica-latossólica (Podz-Camb-Latos), pela unidade de alteração monossialítica-bissialítica (Mono-Bi) e pela paragênese de colóides caulinita-montmorilonita (Caul-Mont). A subzona SSDL2 é representada pela unidade geopedológica Latossolo Vermelho Escuro com regime de umidade de solos ústico (LVeus) e com predominância de anomalias morfoestruturais positivas (alto). A subzona SSDL3 é representada pela unidade geopedológica Podzólico Vermelho Escuro com regime de umidade de solos ústico (PVeus) e com predominância de anomalias morfoestruturais positiva e negativas (alto-baixo);
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. Essas duas subzonas ocorrem na região geográfica denominada de Vale do Paraíba (RVP) e possuem em comum a cobertura de alteração intempérica podzólica-cambissólica-latossólica (Podz-Camb-Latos), a mesma unidade de alteração intempérica monossialítica-bissialítica (Mono-Bi) e a mesma paragênese de colóides caulinita-montmorilonita (Caul-Mont). As principais características da subzona SSDL3 já foram apresentadas no item anterior. A subzona SSDF também ocorre na região geográfica do Vale do Paraíba (RVP), tem o substrato de sedimentos

fluviais (agar) e representado pela fisiografia de planície de acumulação interplanáltico (pai) e pela unidade geopedológica de solo Hidromórfico Glei Húmico com regime de umidade de solos áquico (HGHaq);

- 3. uso agrícola direcionado** deve estar relacionado com a alta e média fertilidade atual e potencial, e 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. As características do meio físico e de paragênese de colóides dessa região foram descritas no item anterior;
- 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. As características do meio físico e de paragênese de colóides dessas duas subzonas foram descritas no primeiro item (obras de engenharia);
- 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 ZGXC3), respectivamente ao sul e norte das cidades de São José dos Campos, Caçapava e Taubaté. As duas primeiras subzonas foram identificadas na região geográfica do Paraitinga-Paraibuna (RPP), e as duas outras subzonas na região da Serra da Mantiqueira (RSM). As litologias dessas subzonas são constituídas, respectivamente por granitóides porfiróides (ygp), por biotita gnaisses migmatizados (bgm), por migmatitos estromatíticos e gnaisses (meg) e por xistos e gnaisses (xgn). As unidades geopedológicas dessas mesmas subzonas são constituídas, respectivamente por Podzólico Vermelho Amarelo em regime údico e Latossolo Vermelho Escuro em regime ústico [PVaud(LVeus)], por Podzólico Vermelho Escuro em regime údico e Podzólico Vermelho Amarelo em regime ústico [PVeud(PVaus)], por Podzólico Vermelho Escuro latossolizado em regime údico (PVelud) e por Cambissolo latossolizado em regime údico (Clud3). Essas subzonas são representadas por fisiografias, respectivamente de planalto baixo, medianamente dissecado e sem feições texturais orientadas (Pbmdn); de planalto baixo, fortemente dissecado e com feições texturais orientadas (PbFdo); de planalto médio, fortemente dissecado e com feições texturais orientadas (PmFdo); e de planalto baixo, medianamente dissecado e com feições texturais orientadas (Pbmdo). Quanto a análise morfoestrutural, essas subzonas são constituídas, respectivamente por anomalias positivas e negativas, negativas, positivas e negativas e positivas. O perfil de alteração intempérica é representado predominantemente por coberturas podzólica-cambissólica-latossólica, com unidades monossilíticas a bissialíticas e paragênese caulinita-montmorilonita (para as subzonas SGTP2, SMGG1 e ZGXC3), e por coberturas podzólica-cambissólica, com unidades bissialíticas e paragênese montmorilonita (SGNZ2);
- 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.

CONCLUSÕES

Os produtos e a tecnologia de sensoriamento remoto mostraram-se tecnicamente viáveis, para o estudo do zoneamento geoambiental em escala regional, relacionado com as informações obtidas com esses produtos, de temas afins, principalmente de fisiografias, litologias, pedogeológicas, de unidades e coberturas de alteração intempérica 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 intempérica, como do mapa de zonas e subzonas geoambientais da região do alto-médio Paraíba do Sul.

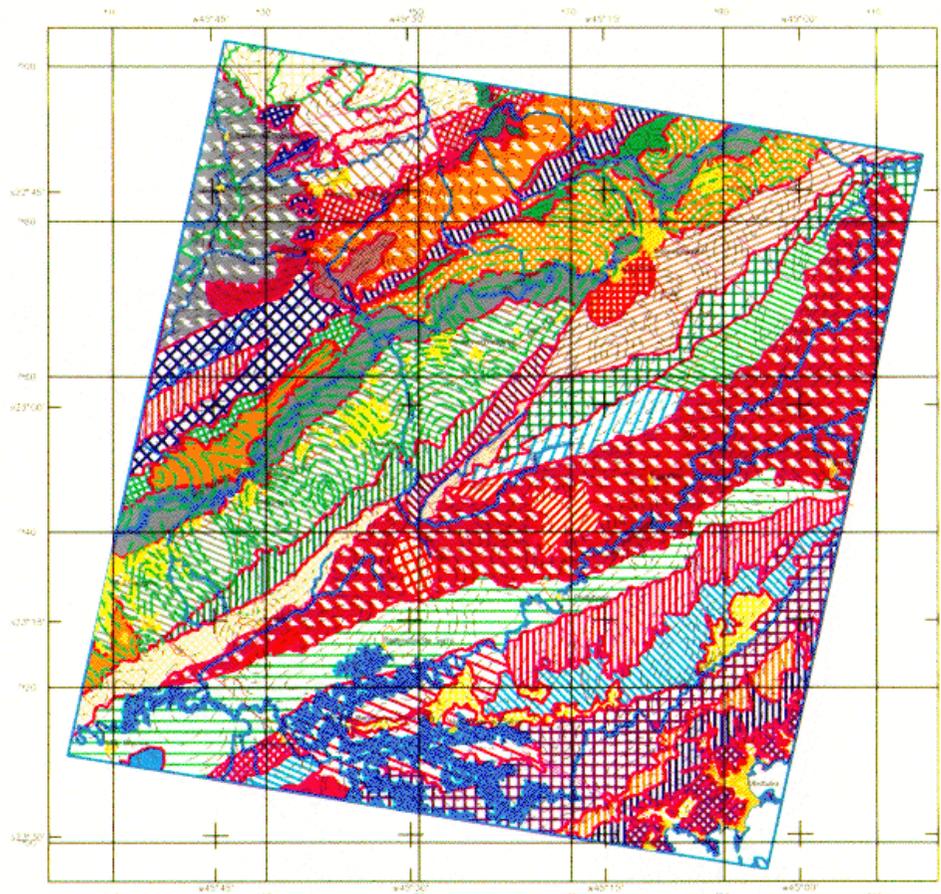
A delimitação e cartografia de unidades e coberturas de alteração intempérica com o uso de sensoriamento remoto orbital, como realizado na região do alto-médio Paraíba do Sul, é um fato inédito e, em função dessa premissa, possível a modificações e/ou mesmo a erros.

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

- 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.
- JIMÉNEZ-RUEDA, 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. 1989.
- JIMÉNEZ-RUEDA, 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-RUEDA, 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). 1990.
- 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.
- OHARA, T. Abordagem metodológica no estudo do zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul, com produtos de sensoriamento remoto orbital. In: Congresso Brasileiro de Geologia, XXXIX., Salvador, setembro de 1996. Anais. Vol. 7 - Simpósios e Conferências (Sistema de Informações Georreferenciadas e Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto), p. 90-93. 1996.
- OHARA, T. Abordagem metodológica da avaliação integrada de dados do meio físico para múltiplas aplicações com produtos de sensoriamento remoto orbital. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, IX., Santos, SP, 1998. (Trabalho submetido). 1998.
- OHARA, T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. de Resultados da análise integrada do meio físico com imagens TM/Landsat na região do alto-médio Paraíba do Sul. In: Congresso

- Brasileiro de Geologia, XXXIX., Salvador, setembro de 1996. Anais. Salvador, SBG, v. 4, p. 88-91. 1996.
- OHARA, T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. de Análise da evolução pedogenética através de índices pedogeoquímicos de perfis de alteração intempéricos nos planaltos do Paraitinga-Paraibuna e da Serra da Mantiqueira e no Vale do Paraíba (SP). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXVI., Rio de Janeiro, 1997. Anais em CD-ROM. 1997.
- OHARA, T.; MATTOS, J.T. de; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Utilização da tecnologia de sensoriamento remoto no estudo geoambiental do meio físico em região com fisiografias de planaltos e planícies. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, VII./Fórum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada, I., Curitiba, 1997. Anais em CD-ROM. 1997.
- SOIL TAXONOMY. A basic system of soil classification of making and interpreting soil surveys. USDA. handbook, 436. 754 p. 1975.



- CONVENÇÕES**
- Drenagem, Represa e Litoral
 - Áreas urbanizadas
 - Rodovias
 - Limite estadual SP-MG
 - Limite entre zonas ou subzonas geoambientais
 - Linhas de formas não-cotadas
 - Linhas de formas não-cotadas (reflexos do embasamento)
 - Estruturas geológicas que afetam as morfoestruturas

Base planimétrica
 Imagem—quadrante TM/Landsat
 órbita/ponto—quadrante: 218/78—W
 passagem: 17 de julho de 1987
 projeção: SOM

Nota de crédito
 O mapa de zonas e subzonas geoambientais da região do alto-médio Paraíba do Sul é resultado do zoneamento obtido através da análise integrada das características de fatores do meio físico, relacionados com o clima, fisiografia, litologia, geopedologia, processos específicos de alteração intempérica ou do tipo de colúide intempérico predominante (paragênese de colúides) e anomalias de morfoestruturas.

LEGENDA

- ZGBG – Zona Geoambiental Biotita Granitos**
- SBGE – Subzona Granitos Equigranulares
 - SBGF1 – Subzona Granitoides Folhados 1
 - SBGF2 – Subzona Granitoides Folhados 2
 - SBGF3 – Subzona Granitoides Folhados 3
 - SBGF4 – Subzona Granitoides Folhados 4
- ZGGN – Zona Geoambiental Gnaisses**
- SGN01 – Subzona Biotita Gnaisses Granodioríticos 1
 - SGN02 – Subzona Biotita Gnaisses Granodioríticos 2
 - SGNM – Subzona Gnaisses e Migmatitos Biostomian/ticos
 - SGNX1 – Subzona Biotita Gnaisses e Xistos 1
 - SGNX2 – Subzona Biotita Gnaisses e Xistos 2
 - SGNB1 – Subzona Biotita Gnaisses Bandados 1
 - SGNB2 – Subzona Biotita Gnaisses Bandados 2
 - SGNF – Subzona Biotita Gnaisses Frios
 - SGN01 – Subzona Biotita Gnaisses Granitoides e Xistos 1
 - SGN02 – Subzona Biotita Gnaisses Granitoides e Xistos 2
 - SGNQ – Subzona Gnaisses e Quartzitos
 - SGNZ1 – Subzona Biotita Gnaisses Migmatizados 1
 - SGNZ2 – Subzona Biotita Gnaisses Migmatizados 2
 - SGNH1 – Subzona Gnaisses com Charnóquitos 1
 - SGNH2 – Subzona Gnaisses com Charnóquitos 2
- ZGMG – Zona Geoambiental Migmatitos**
- SMGG1 – Subzona Migmatitos Estromatolíticos e Gnaisses 1
 - SMGG2 – Subzona Migmatitos Estromatolíticos e Gnaisses 2
 - SMGH1 – Subzona Migmatitos Policíclicos Homogêneos c/ Charnóquitos 1
 - SMGH2 – Subzona Migmatitos Policíclicos Homogêneos c/ Charnóquitos 2
 - SMGT – Subzona Migmatitos Estromatolíticos com Neossoma Tonalítico
 - SMGB – Subzona Migmatitos Estromatolíticos ou Gnaisses Bandados
 - SMGX – Subzona Migmatitos Estromatolíticos com Paleossoma Xistoso
- ZGMC – Zona Geoambiental Metaconglomerados**
- ZGMC – Zona Geoambiental Metaconglomerados
- ZGXG – Zona Geoambiental Xistos e Gnaisses**
- SGXG1 – Subzona Xistos e Gnaisses 1
 - SGXG2 – Subzona Xistos e Gnaisses 2
 - SGXG3 – 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
- ZGTT – Zona Geoambiental Granitoides**
- SGT01 – Subzona Granitoides a Duas Micas 1
 - SGT02 – Subzona Granitoides a Duas Micas 2
 - SGT03 – Subzona Granitoides a Duas Micas 3
 - SGTM1 – Subzona Granitoides Migmatíticos 1
 - SGTM2 – Subzona Granitoides Migmatíticos 2
 - SGTM3 – Subzona Granitoides Migmatíticos 3
 - SGTM4 – Subzona Granitoides Migmatíticos 4
 - SGT01 – Subzona Granitoides Perfrídidos 1
 - SGT02 – Subzona Granitoides Perfrídidos 2
 - SGT03 – Subzona Granitoides Perfrídidos 3
 - SGT04 – Subzona Granitoides Perfrídidos 4
 - SGT05 – Subzona Granitoides Perfrídidos 5
 - SGT06 – Subzona Granitoides Perfrídidos 6
 - SGT07 – Subzona Granitoides Perfrídidos 7
 - SGT08 – Subzona Granitoides Perfrídidos 8
 - SGT09 – Subzona Granitoides Perfrídidos 9
 - SGT10 – Subzona Granitoides Perfrídidos 10
 - SGT11 – Subzona Granitoides Perfrídidos 11
 - SGT12 – Subzona Granitoides Perfrídidos 12
 - SGT13 – Subzona Granitoides Perfrídidos 13
 - SGT14 – Subzona Granitoides Perfrídidos 14
 - SGT15 – Subzona Granitoides Perfrídidos 15
 - SGT16 – Subzona Granitoides Perfrídidos 16
 - SGT17 – Subzona Granitoides Perfrídidos 17
 - SGT18 – Subzona Granitoides Perfrídidos 18
 - SGT19 – Subzona Granitoides Perfrídidos 19
 - SGT20 – Subzona Granitoides Perfrídidos 20
 - SGT21 – Subzona Granitoides Perfrídidos 21
 - SGT22 – Subzona Granitoides Perfrídidos 22
 - SGT23 – Subzona Granitoides Perfrídidos 23
 - SGT24 – Subzona Granitoides Perfrídidos 24
 - SGT25 – Subzona Granitoides Perfrídidos 25
 - SGT26 – Subzona Granitoides Perfrídidos 26
 - SGT27 – Subzona Granitoides Perfrídidos 27
 - SGT28 – Subzona Granitoides Perfrídidos 28
 - SGT29 – Subzona Granitoides Perfrídidos 29
 - SGT30 – Subzona Granitoides Perfrídidos 30
 - SGT31 – Subzona Granitoides Perfrídidos 31
 - SGT32 – Subzona Granitoides Perfrídidos 32
 - SGT33 – Subzona Granitoides Perfrídidos 33
 - SGT34 – Subzona Granitoides Perfrídidos 34
 - SGT35 – Subzona Granitoides Perfrídidos 35
 - SGT36 – Subzona Granitoides Perfrídidos 36
 - SGT37 – Subzona Granitoides Perfrídidos 37
 - SGT38 – Subzona Granitoides Perfrídidos 38
 - SGT39 – Subzona Granitoides Perfrídidos 39
 - SGT40 – Subzona Granitoides Perfrídidos 40
 - SGT41 – Subzona Granitoides Perfrídidos 41
 - SGT42 – Subzona Granitoides Perfrídidos 42
 - SGT43 – Subzona Granitoides Perfrídidos 43
 - SGT44 – Subzona Granitoides Perfrídidos 44
 - SGT45 – Subzona Granitoides Perfrídidos 45
 - SGT46 – Subzona Granitoides Perfrídidos 46
 - SGT47 – Subzona Granitoides Perfrídidos 47
 - SGT48 – Subzona Granitoides Perfrídidos 48
 - SGT49 – Subzona Granitoides Perfrídidos 49
 - SGT50 – Subzona Granitoides Perfrídidos 50
 - SGT51 – Subzona Granitoides Perfrídidos 51
 - SGT52 – Subzona Granitoides Perfrídidos 52
 - SGT53 – Subzona Granitoides Perfrídidos 53
 - SGT54 – Subzona Granitoides Perfrídidos 54
 - SGT55 – Subzona Granitoides Perfrídidos 55
 - SGT56 – Subzona Granitoides Perfrídidos 56
 - SGT57 – Subzona Granitoides Perfrídidos 57
 - SGT58 – Subzona Granitoides Perfrídidos 58
 - SGT59 – Subzona Granitoides Perfrídidos 59
 - SGT60 – Subzona Granitoides Perfrídidos 60
 - SGT61 – Subzona Granitoides Perfrídidos 61
 - SGT62 – Subzona Granitoides Perfrídidos 62
 - SGT63 – Subzona Granitoides Perfrídidos 63
 - SGT64 – Subzona Granitoides Perfrídidos 64
 - SGT65 – Subzona Granitoides Perfrídidos 65
 - SGT66 – Subzona Granitoides Perfrídidos 66
 - SGT67 – Subzona Granitoides Perfrídidos 67
 - SGT68 – Subzona Granitoides Perfrídidos 68
 - SGT69 – Subzona Granitoides Perfrídidos 69
 - SGT70 – Subzona Granitoides Perfrídidos 70
 - SGT71 – Subzona Granitoides Perfrídidos 71
 - SGT72 – Subzona Granitoides Perfrídidos 72
 - SGT73 – Subzona Granitoides Perfrídidos 73
 - SGT74 – Subzona Granitoides Perfrídidos 74
 - SGT75 – Subzona Granitoides Perfrídidos 75
 - SGT76 – Subzona Granitoides Perfrídidos 76
 - SGT77 – Subzona Granitoides Perfrídidos 77
 - SGT78 – Subzona Granitoides Perfrídidos 78
 - SGT79 – Subzona Granitoides Perfrídidos 79
 - SGT80 – Subzona Granitoides Perfrídidos 80
 - SGT81 – Subzona Granitoides Perfrídidos 81
 - SGT82 – Subzona Granitoides Perfrídidos 82
 - SGT83 – Subzona Granitoides Perfrídidos 83
 - SGT84 – Subzona Granitoides Perfrídidos 84
 - SGT85 – Subzona Granitoides Perfrídidos 85
 - SGT86 – Subzona Granitoides Perfrídidos 86
 - SGT87 – Subzona Granitoides Perfrídidos 87
 - SGT88 – Subzona Granitoides Perfrídidos 88
 - SGT89 – Subzona Granitoides Perfrídidos 89
 - SGT90 – Subzona Granitoides Perfrídidos 90
 - SGT91 – Subzona Granitoides Perfrídidos 91
 - SGT92 – Subzona Granitoides Perfrídidos 92
 - SGT93 – Subzona Granitoides Perfrídidos 93
 - SGT94 – Subzona Granitoides Perfrídidos 94
 - SGT95 – Subzona Granitoides Perfrídidos 95
 - SGT96 – Subzona Granitoides Perfrídidos 96
 - SGT97 – Subzona Granitoides Perfrídidos 97
 - SGT98 – Subzona Granitoides Perfrídidos 98
 - SGT99 – Subzona Granitoides Perfrídidos 99
 - SGT100 – Subzona Granitoides Perfrídidos 100
- ZGEC – Zona Geoambiental Ectinitos Síltico Argilosas**
- ZGEC – Zona Geoambiental Ectinitos Síltico Argilosas



MAPA DE ZONAS E SUBZONAS GEOAMBIENTAIS DA REGIÃO DO ALTO-MÉDIO PARAÍBA DO SUL com anomalias de morfoestruturas

TABELA I - RELAÇÃO DAS ZONAS E SUBZONAS GEOAMBIENTAIS COM AS UNIDADES LITOLÓGICAS (**lito**), PEDOGEOLÓGICAS (**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	Pmfnd	baixo	Latos-Podz	Mono-Ali	Caul-Gibb					
	SBGF1	RPP	grf	LVaud4	Pmmdn	alto-baixo	Latos-Podz-Camb	Mono	Caul					
	SBGF2				Pmmdo					Pequena área próxima a Jambeiro				
	SBGF3				Pbmdn					Área próxima a Redenção da Serra				
SBGF4	LVaud3				PbFdn					Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	Granito Aparecida	
ZGGN	SGND1	RSM	bgn	PVepr	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			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 e/ formas arrasadas e < amplitude a SW de Redenção - Falha
	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				Pbmdn									
	ZGMG	SMGG1	RSM	meg	PVelud	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		met	PVaud		Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont							
SMGB		RPP	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	SDDF	RVP	agar	HGHaq	pai	alto								
	SDDL1			sfl	Cus					pei				
	SDDL2				LVeus									
	SDDL3				PVeus1						alto-baixo			
	SDDM	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												
	SGTM3	PVa/eud	Pbmdo		Podz-Camb	Bi					Mont	Paraibuna		
	SGTM4	LVaud1			alto	Latos-Podz-Camb					Mono	Caul	Represa	
	SGTP1	ygp	PVeud1	Pmmdn	alto-baixo	Podz-Camb-Latos	Mono-Bi	Caul-Mont	PaFdo na região da serra Fria ou dos Forrós					
	SGTP2		PVaud(LVeus)	Pbmdn										
	SGTX		RC	ygf						Cpr	PmbFdc	baixo-alto	Camb	Bi-Mono
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.