



## **AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DO MEIO FÍSICO EM ÁREAS SOB INFLUÊNCIA DE DUTOVIAS A PARTIR DE IMAGENS ETM+ LANDSAT 7**

Juliano Oliveira Martins Coelho – Menstrando em Geociências e Meio Ambiente –  
UNESP/Rio Claro. [julianogeografia@gmail.com](mailto:julianogeografia@gmail.com)

Fabiano do Nascimento Pupim – Mestrando em Geociências e Meio Ambiente – UNESP/Rio  
Claro. [fabianopupim@yahoo.com.br](mailto:fabianopupim@yahoo.com.br)

Juércio Tavares Mattos – Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil –  
UNESP/Guaratinguetá. [juercio@feg.unesp.br](mailto:juercio@feg.unesp.br)

Jairo Roberto Jiménez-Rueda – Professor Adjunto do Departamento de Petrologia e  
Metalogenia – UNESP/Rio Claro. [jairojr@rc.unesp.br](mailto:jairojr@rc.unesp.br)

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma avaliação da capacidade de suporte do meio físico à intervenção por obras lineares enterradas, realizada no trecho paulista da dutovia Campinas Rio de Janeiro. Para avaliar a capacidade de suporte foi realizada uma compartimentação fisiográfica, baseada na densidade textural em imagem de satélite ETM+ Landsat 7, banda Pan. Os polígonos formados foram qualificados quanto às propriedades do meio físico: tropia, permeabilidade e alterabilidade, que posteriormente foram agrupadas na forma de quatro classes de capacidade de suporte. As áreas de capacidade de suporte baixa e muito baixa se relacionaram principalmente a relevos dissecados e/ou fraturados e de alta densidade textural. Recomenda-se que nestas áreas sejam realizados estudos de maior detalhe, visando ações preventivas ou mitigadoras de processos erosivos que possam vir a afetar a integridade da dutovia em questão.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, dutovias, compartimentação fisiográfica.

**ABSTRACT:** This study presents an evaluation of the support capacity, based on the physical characteristics of the terrain, to interventions made by buried linear engineering works. The study area is inserted in part of the gas and oil pipeline between the cities of Campinas and Rio de Janeiro. A Physiographic compartmentation was made on the basis of the textural density in ETM+Landsat 7 satellite images, Pan band. The designed polygons were qualified as for the physical properties: orientation, permeability and weathering



potencial of the rock, that were subsequently summarized in four support classes. The low and very low support capacity areas are mainly related to fractured relief and with high textural density. It is prudent to say that, in this area, more detailed studies must be done, seeking preventive actions of the erosive processes that could affect the integrity of the mentioned pipeline.

**Keywords:** remote sensing, pipelines, physiographic compartmentation.

## 1 - INTRODUÇÃO

As obras lineares (rodovias, dutovias, ferrovias, linhas de transmissão, entre outras) são de grande importância no desenvolvimento e integração de uma região, pois a partir dessas obras é que ocorre o fluxo de pessoas e capitais (mercadorias, dados e informações) que propiciam tal desenvolvimento. Desse modo, é conveniente que a elaboração dos traçados de obras lineares seja feita de maneira planejada, levando em consideração aspectos naturais (meio físico e biótico), sócio-econômicos, institucionais e políticos.

Na fase de planejamento de obras lineares, diferentes aspectos naturais devem ser levados em consideração, porém os mais relevantes são as características físicas do terreno (geológicas, geomorfológicas e pedológicas). Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de suporte do meio físico à intervenção por obras lineares enterradas, através da análise das propriedades do meio físico, com enfoque no trecho paulista da dutovia Campinas/Rio de Janeiro, situado na Região Vale do Paraíba do Sul, desde o município de São José dos Campos até o limite com o Estado do Rio de Janeiro.

Os estudos de capacidade de suporte geralmente são realizados a partir de técnicas de interpretação de produtos de sensores remotos (fotografias aéreas ou imagens de satélite) dirigidas a compartimentação do terreno, que posteriormente fornecem subsídio a cartas interpretativas denominadas “cartas geotécnicas” ou “cartas geoambientais”. Na bibliografia internacional são identificadas duas abordagens operacionais básicas para a cartografia geotécnica/geoambiental, citadas por Mitchell (1973) como: abordagem fisiográfica ou de paisagens e abordagem paramétrica.

A abordagem paramétrica considera o levantamento de diversas informações temáticas (coleção de mapas, ex: geomorfológico, litológico, pedológico, entre outros) para posterior integração, geralmente utilizando sistemas de informação geográfica e atribuição de pesos aos elementos, até chegar ao mapa de síntese final (Vedovello, 2000)



No presente estudo foi adotada a abordagem fisiográfica, pois esse sistema parte da análise de aspectos fisionômicos do terreno, identificando e analisando seus elementos de forma integrada, o que permite identificar unidades de terreno (unidades geoambientais) com características e propriedades homogêneas, devendo responder de forma também homogênea a intervenções antrópicas, além de apresentar vantagens, em relação à paramétrica, em termo de custos, tempo de execução e de aplicabilidade, o que justifica sua escolha (Vedovello, 2000).

Espera-se que as informações obtidas prestem subsídio ao planejamento de dutovias, de forma a garantir o uso racional do meio físico, visando sua estabilidade nas áreas sob intervenção de dutos, considerando principalmente a possibilidade de uso desses produtos em estratégias de implantação, manutenção e gestão de dutovias.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo se localiza na região do Planalto Atlântico, e está contida nas zonas geomorfológicas do Planalto do Paraitinga, Médio Vale do Paraíba do Sul e Planalto da Bocaina, sendo limitada ao norte pela zona da Serra da Mantiqueira, segundo a classificação de Almeida (1964).

A região é caracterizada por um sistema de rift com blocos escalonados, onde a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar se destacam na paisagem. Entre o semi-horst da Mantiqueira e o horst da Serra do Mar encontram-se os sedimentos da Bacia de Taubaté, embutidos num graben complexo contendo sub-bacias definidas por basculamento de blocos longitudinais paralelepipedais e altos transversais do embasamento (Hasui *et al*, 1978). A Bacia de Taubaté tem a forma alongada, com direção NE-SW, relevo plano e colinas tabulares, bordejado por colinas mais sobressalentes, constituída por sedimentos terciários dispostos em lentes e camadas de folhelhos, argilitos, siltitos, arenitos, conglomerados e sedimentos de granulometrias intermediárias, depositados sobre soleira cristalina. Os sedimentos terciários são cortados por uma faixa de depósitos provenientes da planície de inundação quaternária do Rio Paraíba do Sul, com grande presença de meandros abandonados, terraços e demais elementos de paisagens aluvionares.

A predominância de relevos colinosos na borda da Bacia de Taubaté favorece o uso para a construção de obras lineares superficiais como rodovias e obras lineares enterradas como dutovias, devido à estabilidade destes terrenos em detrimento aos morros cristalinos. Porém estes terrenos podem apresentar problemas caso seu material constituinte seja muito



arenoso, o que acelera os processos erosivos, ou apresente argilominerais do tipo 2:1, com características expansivas, a exemplo das montmorilonitas, o que deve proporcionar maior instabilidade nos cortes de taludes, paredes de revestimento dos dutos e no pavimento de estradas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODO

Os materiais utilizados para a realização do trabalho foram:

- Imagens ETM+ Landsat 7, banda pancromática, órbita 218 / ponto 076, em formato digital.
- Computador desktop, processador Core 2 Duo, 3 Gb Ram.
- Software Arc Gis, 9.0, Esri.

Para a realização do trabalho foi estabelecida uma faixa de 20 Km de largura, tendo a dutovia Campinas/Rio de Janeiro ao centro, o que define a área de influência da dutovia (Figura 1).

A compartimentação fisiográfica foi realizada a partir de interpretação de imagem do sensor ETM+ do satélite Landsat-7, banda Pancromática, com resolução espacial de 15 metros. As unidades mapeadas foram diferenciadas na forma de zonas homólogas quanto à densidade textural.

Este tipo de interpretação de imagens para a caracterização do meio físico tem como fundamento a análise de elementos de relevo e de drenagem, das formas resultantes e de suas propriedades. Esses elementos são analisados nas imagens a partir de suas características espectrais e radiométricas, traduzidas pelo arranjo dos elementos tonais na forma de diferentes texturas. Segundo Caetano (2006), o princípio metodológico da interpretação tem origem nas recomendações de Guy (1966), que propôs o reconhecimento de padrões de relevo e drenagem em fotos aéreas, transcrito por Rivereau (1970), adaptado por Soares & Fiori (1976) para condições brasileiras e sistematizado por Veneziani e Anjos (1982) para imagens de satélite. O método possui uma lógica e sistemática de interpretação, sendo dividido em três fases distintas: fotoleitura (reconhecimento dos elementos de textura de interesse na imagem), fotoanálise (reconhecimento das leis e da complexidade de organização dos elementos de textura para a caracterização das formas de interesse) e fotointerpretação (estabelecimento das relações entre a função e o objeto e/ou suas feições, ou seja, é o estabelecimento de uma correlação entre a imagem produzida pelo sensor e o modelo do fenômeno no terreno).



Com a identificação de diferentes densidades de textura, foi possível estabelecer na fase de fotoanálise a ordenação dos elementos texturais e com isso definir estruturas, as quais são qualificadas em função da intensidade de organização (grau de estruturação) e da complexidade de organização (ordem de estruturação). Assim, as zonas homólogas foram classificadas de acordo com as propriedades: Tropia, Alterabilidade e Permeabilidade do maciço. A escolha das propriedades se deu de acordo com sua relevância à capacidade de suporte do meio físico à interferência de dutovias, de modo que quanto maior o grau de influência destas propriedades maior a instabilidade do meio físico sob intervenção de obras lineares de engenharia.

**Tropia** - é a orientação ou não das formas de relevo e drenagem. Materiais ígneos e sedimentares são isotrópicos por natureza, portanto não apresentam orientação das formas de relevo e drenagem. Já materiais metamórficos são anisotrópicos, devido à sua foliação, gnaissificação ou xistosidade e apresentam relevo e drenagem alinhados. A anisotropia das formas pode também ser resultado de intenso fraturamento. Desse modo, áreas de relevo com cristas alongadas e drenagem unidirecional são classificadas como “muito orientadas”. Áreas de relevo com pequenas cristas alongadas e drenagem bidirecional, com alta angularidade são classificadas como “orientadas”. Já áreas de relevo com cristas esparsas ou interrompidas e drenagem bidirecional com baixa angularidade são classificadas como “pouco orientadas”. E enfim, áreas com relevo isotrópico e drenagem dendrítica são classificadas como “não orientadas”.

**Permeabilidade** - está relacionada à capacidade de infiltração e percolação das águas pluviais no terreno. Assim, a permeabilidade deve-se principalmente à porosidade primária (intergranular) em materiais sedimentares e à porosidade secundária (fraturas) em materiais metamorfizados ou ígneos. Portanto em áreas de rochas sedimentares a análise baseia-se na densidade da rede de drenagem, quanto menor a permeabilidade maior a dificuldade de infiltração e percolação e conseqüentemente maior será a densidade de drenagem. Já em áreas de rochas metamórficas e ígneas a análise baseia-se na densidade de traços de juntas (elementos de drenagem lineares de primeira ordem, evidenciando fraturas abertas de juntas de alívio), quanto maior a densidade de fraturas e traços de juntas, maior a permeabilidade.

**Alterabilidade**- a classificação segundo a alterabilidade se refere à capacidade dos materiais se alterarem física e quimicamente, ou seja, nas áreas em que predomina alterabilidade alta existe uma baixa resistência ao intemperismo, formando um espesso manto de alteração intempérica. Em contraponto, áreas onde a alterabilidade é baixa, predomina uma



alta resistência à erosão e há pouco material inconsolidado na forma de cobertura, geralmente dando origem a solos pouco profundos, a exemplo dos litossolos. Para classificação da alterabilidade é observada a forma das encostas, sendo que as unidades com encostas convexas são classificadas como de Muito Alta alterabilidade, as de encostas côncavo/convexa são classificadas como Alta alterabilidade, as côncavo/retilíneo/convexas como Moderada alterabilidade e as unidades com encostas exclusivamente côncavas são classificadas como de Baixa alterabilidade.

De acordo com o grau e ordem de estruturação foram atribuídas às propriedades quatro categorias: Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta. O resultado é a Carta de Unidades Geoambientais, onde cada polígono (zona homóloga) possui as informações sobre sua densidade textural e o grau e ordem de estruturação de suas propriedades na forma de classes.

**3.1 Avaliação da capacidade de suporte do meio físico** - Para a Avaliação da Capacidade de suporte do Meio Físico as informações foram representadas numericamente, atribuindo valores às quatro classes de Tropa, Alterabilidade e Permeabilidade, sendo que a classe “Baixa” recebeu valor 1, “Moderada” valor 2, “Alta” valor 3 e “Muito Alta” valor 4.

A seguir foram atribuídos pesos diferenciados às propriedades, analisadas de acordo com seu grau de participação nos principais processos erosivos causadores de problemas às dutovias. Dessa forma a alterabilidade recebeu peso 2, a permeabilidade peso 1,5 e a tropia peso 1. Foi então realizado o cálculo da capacidade de suporte à intervenção por obras lineares para as zonas homólogas, utilizando a equação a seguir:

$$CS = (2.A + 1,5.P + T) / 4,5$$

Onde: CS – capacidade de suporte; A – alterabilidade; P – permeabilidade; T – tropia;

Para representação cartográfica foram estabelecidas quatro classes de valores de capacidade de suporte: alta, moderada, baixa e muito baixa, às quais estão relacionadas quatro faixas dos valores obtidos com a aplicação da equação. Na carta de capacidade de suporte, para cada classe foi também atribuída uma cor (Quadro 1).

**Quadro 1 – Classes de capacidade de suporte, seus valores e cores correspondentes.**

Capacidade de Suporte	Faixa de valores (equação 1)	Cor (no mapa)
-----------------------	------------------------------	---------------



Alta	1,00 a 1,99	Verde
Moderada	2,00 a 2,49	Amarelo
Baixa	2,50 a 2,99	Laranja
Muito baixa	3,00 a 4,00	Vermelho

Estas quatro faixas de valores e a equação para avaliação da capacidade de suporte do meio físico foram definidas, por meio de análise estatística, pelo projeto Mapa Pedológico do Gasoduto Bolívia-Brasil (2004), desenvolvido no Laboratório de Quantificação e Análise de Dados Geológicos, do Departamento de Geologia Aplicada, Unesp - Rio Claro.

A plataforma computacional utilizada para a fotointerpretação, organização dos dados e informações, aplicação da fórmula matemática e geração de mapas, foi o Sistema de Informações Geográficas Arc Gis 9.0, da ESRI. A partir do software foi possível produzir um Banco de Dados Georreferenciados (GDB), onde os dados levantados e informações obtidas foram organizadas e combinadas para serem interpretadas.

#### 4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto à distribuição das quatro classes de capacidade de suporte entre as 85 zonas geoambientais evidenciadas neste trabalho, verifica-se 40 ocorrências na classe Baixa Capacidade de Suporte, que supera em muito as 24 ocorrências de Moderada Capacidade de Suporte, seguidas por 7 ocorrências na classe Muito Baixa Capacidade de Suporte e apenas 5 classificadas como de Alta Capacidade de Suporte. Esta concentração de zonas geoambientais na classe Baixa Capacidade de Suporte se deve principalmente à grande participação nesta classe das zonas referentes à Bacia de Taubaté, que apresenta relativa homogeneidade em suas propriedades, se destacando da grande variação de propriedades encontrada nos terrenos cristalinos. Um exemplo desta uniformidade são os depósitos aluvionares das margens da planície de inundação atual do Rio Paraíba do Sul, que formam sucessivas zonas geoambientais de baixa capacidade de suporte.

Na interpretação da Carta de Capacidade de Suporte do Meio Físico (Figura 1), as zonas que mais devem chamar a atenção na interpretação são as de Baixa e de Muito baixa capacidade de suporte, onde os processos erosivos são desencadeados ou se acentuam com a intervenção humana, como cortes e escavações, entre outros, podendo ocorrer movimentos de massa rápidos por queda de blocos ou lentos quando associado a alta precipitação, além de



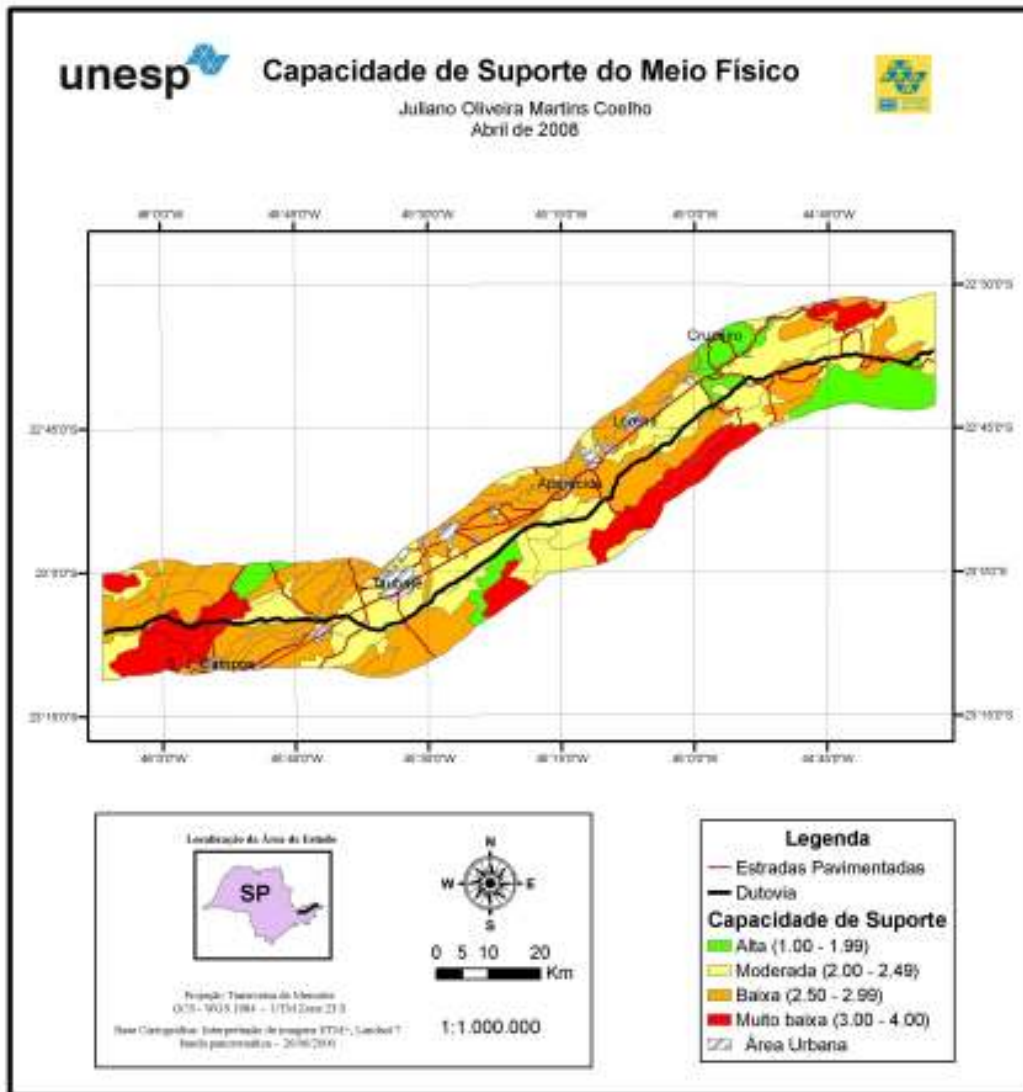


processos de voçorocamento. Nestas áreas também podem ocorrer recalques lentos e diferenciais do substrato, afetando a estabilidade das obras lineares.

As áreas com capacidade de suporte Baixa e Muito Baixa se relacionaram principalmente a relevos dissecados e zonas de densidade textural alta, como os terrenos cristalinos fraturados e/ou dissecados, que apesar de apresentarem baixa alterabilidade, possuem tropia, permeabilidade e densidade textural entre Alta e Muito Alta. Nestas áreas é necessária a verificação da direção do duto em relação às estruturas, tais como fraturas e foliações. Em casos onde o duto corta obliquamente estas estruturas podem se desenvolver intensos processos de instabilização.

As áreas com capacidade de suporte Baixa e Muito Baixa se relacionaram principalmente a relevos dissecados e zonas de densidade textural alta, como os terrenos cristalinos fraturados e/ou dissecados, que apesar de apresentarem baixa alterabilidade, possuem tropia, permeabilidade e densidade textural entre Alta e Muito Alta. Nestas áreas é necessária a verificação da direção do duto em relação às estruturas, tais como fraturas e foliações. Em casos onde o duto corta obliquamente estas estruturas podem se desenvolver intensos processos de instabilização.





**Figura 1-** Mapa de Capacidade de Suporte do Meio Físico da dutovia Campinas/ Rio de Janeiro.

As áreas com capacidade de suporte Baixa e Muito Baixa se relacionaram principalmente a relevos dissecados e zonas de densidade textural alta, como os terrenos cristalinos fraturados e/ou dissecados, que apesar de apresentarem baixa alterabilidade, possuem topia, permeabilidade e densidade textural entre Alta e Muito Alta. Nestas áreas é necessária a verificação da direção do duto em relação às estruturas, tais como fraturas e foliações. Em casos onde o duto corta obliquamente estas estruturas podem se desenvolver intensos processos de instabilização.



Recomenda-se que nas zonas classificadas como de muita baixa capacidade de suporte que cruzam com o traçado da dutovia sejam feitos estudos mais detalhados, tal como fotointerpretação em maior escala, complementada com ensaios de campo e de laboratório, procurando estabelecer relações entre os parâmetros geotécnicos e os problemas locais, a fim de se compreender o comportamento mecânico do meio físico e desenvolver ações preventivas ou mitigadoras de processos erosivos que coloquem em risco a integridade da dutovia.

O uso da terra não foi adicionado no cálculo da capacidade de suporte por não ser uma propriedade do meio físico, porém deve ser levado em consideração para ações de planejamento, principalmente por ser um agente deflagrador de processos erosivos.

## 5. CONCLUSÕES

1- A compartimentação a partir de técnicas de fotointerpretação possibilitou estabelecer uma correlação entre a textura na imagem e as características do meio físico e propriedades dos materiais que foram imageados. Portanto, o mapa de capacidade de suporte do meio físico foi gerado a partir da análise das variações tonais e texturais das imagens de satélite, por essas estarem intimamente ligadas a variações morfogenéticas, litológicas e deformacionais do meio físico. Assim sendo, os limites entre as Zonas Geoambientais mapeadas ocorrem em contatos entre litologias, variações nas formas de relevo, por variação na cobertura de alteração intempérica, por estruturas geológicas ou mudança nos processos do meio físico atuantes na área.

2- A avaliação da Capacidade de Suporte do Meio Físico gerou informações relevantes a respeito da atuação de diferentes parâmetros ambientais, que foram organizados na forma de zonas geoambientais referentes a sua capacidade de suporte à intervenção por obras lineares enterradas. Para objetivos diferenciados, outras propriedades do meio físico poderiam ser selecionadas e identificadas na fotointerpretação, fornecendo informações que sejam significativas a tais estudos. Novos pesos podem ser incluídos na fórmula PA o cálculo da capacidade de suporte, de acordo com a relevância de cada propriedade analisada frente ao objetivo do trabalho.

3- A criação do banco de dados georreferenciados permitiu uma consulta rápida de diversas informações e a atualização dos dados, que ainda podem ser complementados por outros estudos, sejam eles novos ou já realizados, desde que sejam feitas as devidas



adequações. Foi gerado assim, um produto que oferece praticidade na consulta e possibilidade de aperfeiçoamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. (1964) Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Bol. Inst. Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, 1964.
- CAETANO, N.R.; OHARA, T.; MATTOS, J.T.de Identificação de áreas de risco geológico para construção de rodovias utilizando sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica. **Anais: XLI Congresso Brasileiro de Geologia**. João Pessoa-PB: SBG. [2002] p. 127.
- CAETANO, N. R. **Procedimentos metodológicos para o planejamento de obras e usos: uma abordagem geotécnica e geoambiental**. 2006, 163. f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- DAITX, E.C.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T.; CAETANO, N.R.; MOURA, C.A.; COELHO, J.O.M.; PUPIM, F.N. (2005) Mapa pedológico do Gasoduto Bolívia-Brasil. Rio Claro, Relatório Final (contrato TBG/FUNDUNESP nº 4500007262).
- GUY, M. Quelques principes et quelques expériences sur la methodologie de la photo-interpretacion. In: Symposium International de Photo-interpretation, Acte, Paris, V.1, [1966] p. 21-41.
- HASUY, Y; PONÇANO, W.L; BISTRCH, C.A; STEIN,D.P; GALVÃO,C.A.C.F; GIMENEZ, A.F; ALMEIDA, M.A; NETO, A.G.P; MELO, M.S; SANTOS, M.C.S.R. (1978) Geologia da Região Administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da Região Administrativa 2 (Litoral) do Estado de São Paulo – Divisão de Minas e Geologia Aplicada, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, SP.
- IBGE - EMBRAPA. Mapa de Solos do Brasil. Escala de 1:5.000.000. 2001.
- JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. NUNES, E. MATTOS, J. T. Caracterização Fisiográfica e Morfoestrutural da Folha São José de Mipibu – RN. **Geociências**. São Paulo. v.12, n.2, p.481-491, 1993.
- LIMA, M. I. C. (1995) Introdução à interpretação radargeológica. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 124p.



- Michell, C.W. **Terrain Evaluation**. London, Longman Ltda, 1973.
- MATTOS, J. T. de. **Caracterização do compartimento geológico estrutural na região da Represa de Furnas (MG), com dados de sensoriamento remoto**. 1986. 181f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- MATTOS, J.T.de (2002) Sensoriamento Remoto Aplicado a Mapeamentos Geoambientais. Rio Claro : UNESP. (notas de aula do curso de pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente).
- OHARA, T.; MATTOS, J. T.; JIMÉNES-RUEDA, J.R.. Integração de informações do meio físico obtidas com sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica. **Anais: XLI Congresso Brasileiro de Geologia**. João Pessoa-PB : SBG. [2002] p. 164.
- RIVERAU, J.C. (1972) Notas de aula do curso de fotointerpretação. Soc. Intern. Cult. Esc. Geol. Ouro Preto. In: Semana de Estudos, XI.
- SOARES, P.C.; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícias Geomorfológicas**, nº 6, V (32), p. 71-104, 1976.
- SOARES, P.C.; FIORI, A.P.; MATTOS, J.T.de A lógica de interpretação de fotografias aéreas convencionais aplicada a imagens de satélite. **Anais: I Simp. Bras. Sensoriamento Remoto**, v. 2. São José dos Campos, CNPq/INPE, [1978], p. 616-618.
- VEDOVELLO, R. **Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação –UBC's.**, 2000. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Rio Claro-SP, UNESP, 154p, 2000.
- VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. (1982) Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. São José dos Campos, INPE, 54p.