



## Avaliação geotécnica das áreas de disposição de resíduos sólidos no município de Itajubá-MG

L.P. Beltrane<sup>1</sup>, M.R. Barison<sup>2</sup> & L. Amaral<sup>3</sup>

1 Engenheiro Hídrico e mestrando em Engenharia da Energia pela UNIFEI, graduado em Engenharia Hídrica pela UNIFEI – MG. Endereço: Rua João Batista Ricci, 187, apto 403, Bairro Varginha, Itajubá – MG, e-mail: beltrane@unifei.edu.br

2 Professor do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Endereço: Av. BPS, 1303 Bairro Pinheirinho, Itajubá – MG, e-mail: marbarison@yahoo.com.br.

3 Engenheira Ambiental e mestranda em Engenharia da Energia pela UNIFEI, graduado em Engenharia Hídrica pela UNIFEI – MG. Endereço: Rua Dep. Euclides Cintra, 208F Bairro Avenida, Itajubá – MG, e-mail: layla@unifei.edu.br

**Resumo** O presente trabalho encerra algumas considerações e análises sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (lixo urbano) no município de Itajubá. Apresenta uma proposta inicial de solução de problemas atuais do local com o intuito de estabelecer conceitos técnicos modernos, pautados sob tecnologia apropriada e de comprovada eficiência, para promover uma disposição final mais adequada. Os resultados buscados por esta alternativa de solução ao grave problema da disposição inadequada do lixo, refletem diretamente em melhorias ambientais, sanitárias, econômicas e sociais para os municípios envolvidos.

**Abstract** The present document contains some considerations and analyses on the management of urban solid residues (urban garbage) in municipal district of Itajuba. It presents a initial propose of solution of current problems of the place with intention to establishing modern technical concepts, mentioned under appropriate technology and proven efficiency, to promote a more appropriate final disposition. The results looked for by this alternative solution to the serious problem of the inadequate disposition of the waste; contemplate directly in environmental, sanitary, economic and social improvements for the involved municipal districts.

**Palavras-chaves:** resíduos sólidos urbanos, lixo.

**INTRODUÇÃO** Há muito tempo atrás, os resíduos gerados pelo homem eram constituídos basicamente por excrementos. Posteriormente, com o início da atividade agrícola e de produção de ferramentas de trabalho e de armas, surgiram outros tipos de resíduos. Ainda assim, esses resíduos eram provenientes de produtos de origem natural (estacas, barro, couro, etc.). Portanto, a disposição do lixo no meio não causava grandes impactos ambientais. Além disso, a quantidade descartada não era tão grandiosa como nos dias de hoje.

Atualmente, os produtos feitos pelo homem ainda são fabricados a partir de recursos naturais, mas passam por tantas transformações que não podem ser degradados pela natureza em tempo hábil. Além disso, a quantidade gerada é muito grande. Pode-se dizer, então, que a questão dos resíduos, ou lixo, é regida por grandes contradições, características da sociedade atual que apresenta inúmeros problemas sociais ou econômicos.

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos, fato que ocorre na maioria dos municípios brasileiros, tem se tornado um problema cada vez mais grave, face às crescentes alterações quantitativas

e qualitativas que esses resíduos vêm sofrendo nos últimos anos. O aumento da taxa de contribuição *per capita*, induzido, principalmente pelo crescimento do número de produtos industrializados disponíveis no mercado, aliado ao crescimento populacional, tem apresentado reflexos diretos no aumento da geração de resíduos. Com isso cresce a necessidade de estabelecimento de áreas adequadas para a disposição final. Como agravante, soma-se a tudo isto o fato de que as soluções propostas e/ou adotadas na maioria dos casos, não trazem uma preocupação tecnicamente segura do ponto de vista sanitário e ambiental, além de mostrarem ser totalmente desvinculadas dos aspectos sociais e econômicos.

A brusca mudança na composição do lixo urbano ocorrida nos últimos 30 anos deve constituir-se em um motivo mais do que justificável para que se busquem os meios necessários de promover, adequadamente, o acondicionamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final, sob pena de gerar impactos irreversíveis para a saúde pública e para o ambiente.

A comum existência de lixões, como popularmente são conhecidos os depósitos de RSU a céu aberto, implica, inevitavelmente, na geração de uma série de



problemas, dentre os quais destacamos impactos ambientais, prejuízos à saúde pública, prejuízos à economia local e degradação social.

A situação dos resíduos sólidos no Brasil alerta para a situação agravante que se encontram os cerca de 4.000 lixões espalhados por todo o país, causando uma série de prejuízos ambientais, sociais e para a saúde pública. São 241.614 toneladas de resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente, onde cerca de 90.000 toneladas por dia é de resíduos sólidos domésticos (algo em torno de 32 milhões de toneladas por ano) dispostos, a maioria, a céu aberto (Jardim *et al.* 1995). A disposição final e o tratamento dos resíduos sólidos urbanos conforme IBGE (1991) é de 76% em céu aberto (lixão), 13% aterro controlado (lixão controlado), 10% aterro sanitário, 0,9% usina de compostagem e 0,1% usina de incineração.

**LIXO E ATERRO SANITÁRIO** Segundo, D'Almeida & Vilhena (2000), resíduos sólidos urbanos são os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis que se apresentam sob estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido. Podem ser classificados de três formas diferentes: por sua natureza física (seco e molhado); por sua composição química (matéria orgânica e matéria inorgânica) e pelos riscos potenciais ao meio ambiente (perigosos, não-inertes e inertes) (NBR-10004). Suas categorias são domiciliar, comercial, público, serviços de saúde e hospitalar, portos, agrícola, entulho e industrial.

De acordo com a norma NBR 10.004 - ABNT (1987), os resíduos sólidos podem ser também classificados em: Resíduos Classe I – Perigosos, Resíduos Classe II - Não Inertes e Resíduos Classe III – Inerte.

Segundo D'Almeida & Vilhena (2000), a fase inicial da caracterização do lixo domiciliar de um município deve ser o estudo das condições da zona urbana, visando encontrar a metodologia mais adequada a ser aplicada. Além disso, deve ser muito bem definido o objetivo da caracterização, pois para cada necessidade variam os tipos de análise a serem realizados e, conseqüentemente, a metodologia de amostragem.

Já os aterros sanitários podem ser definidos como locais para deposição dos resíduos sólidos no solo utilizando um método de disposição que minimize riscos ambientais por meio da dispersão desses resíduos no menor volume praticável, compactando material de cobertura ao final de cada dia de trabalho (Davis & Cornwell 1991).

A escolha da localização para o aterro é talvez o obstáculo mais difícil de superar, pois a resistência dos habitantes nas proximidades do local escolhido

elimina muitos sítios potenciais. A escolha da localização para o aterro sanitário levará em conta as seguintes variáveis: oposição do público, proximidade a rodovias principais, limites de velocidade de tráfego, limites de capacidade de carga nas rodovias, capacidade das pontes trafegadas, viadutos, padrões de tráfego e congestionamento, tempo consumido no transporte, retornos, hidrologia, disponibilidade de material para cobertura, clima (ex. enchentes, deslizamentos de barreiras, neve), zoneamento, áreas de proteção e sítios históricos.

Além de outros fatores ambientais relevantes, exige-se ainda observar critérios de localização, dentre os quais: situar-se a 30 (trinta) metros de cursos de água; 160 (cento e sessenta) metros de poços de água potável; 65 (sessenta e cinco) metros de casas, escolas e parque; 3.000 (três mil) metros de pistas de aeroportos (Davis & Cornwell 1991).

**METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO** Os estudos para a viabilização compreendem uma seqüência de atividades para a identificação e a análise da aptidão de áreas para instalação de aterros sanitários.

Muitas vezes, porém, as prefeituras dispõem de algumas áreas cuja aptidão deseja avaliar visando minimizar custos e evitar demoras com desapropriação, por exemplo. Trata-se de áreas de sua propriedade, de áreas de interesse para recuperação (cavas de mineração, áreas de empréstimo etc.) ou locais indicados por estudos anteriores.

Tais atividades compreendem:

**Avaliação de áreas para a instalação do aterro** Nessa fase, deve-se ter sempre em vista a importância das características dos meios físico, biótico e socioeconômico da área para instalação do aterro sanitário, vindo a prevenir contra os efeitos da poluição dos solos e das águas subterrâneas.

Três aspectos devem ser destacados, antes da discussão das atividades de viabilização de área e elaboração de projeto do aterro sanitário (IPT/CEMPRE 2000).

O primeiro é o caráter não-dissociado das atividades de viabilização de área e de elaboração de projeto do aterro sanitário. Na metodologia proposta, essa estreita inter-relação estará sempre presente.

Um segundo aspecto é a importância da manutenção da comunicação entre a municipalidade, o Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental (OECPA) e a população. É essencial que o município se utilize da experiência do OECPA, agilizando os procedimentos e obtendo uma solução satisfatória para ambos e contando com a participação efetiva da população.



Finalmente, o licenciamento ambiental do município que deverá ser submetido ao órgão estadual competente para avaliação e posterior aprovação.

**Levantamento preliminar de dados** Inicialmente, são pesquisados dados referentes ao sistema de limpeza pública, tais como, número de setores de coleta, frequência de coleta, características dos veículos coletores (tipo, número etc.), distância aos locais de tratamento e disposição final, e quantidade de resíduos gerada.

As informações necessárias nessa etapa são listadas a seguir (IPT/CEMPRE 2000):

- dados populacionais e vida útil do empreendimento;
  - características e composição do lixo;
  - dados da coleta e transporte atual desse material,
- e
- resultados e estimativas da produção de lixo.

**Avaliação dos maiores problemas** A avaliação do local de disposição de lixo do município é uma etapa muito importante e visa conhecer as condições favoráveis e desfavoráveis existentes, priorizando as medidas eventualmente sejam necessárias. As maiores deficiências nos aterros de resíduos podem ser de ordem sanitária, ambientais (como poluição do ar, das águas e do solo, estética e paisagismo) e operacionais (geometria e pavimentos, ausência de vigilância e ausência de critérios de manejo do lixo).

**Avaliação das áreas de disposição existentes** Com relação às áreas de disposição visando à continuidade de operação ou ao fechamento dos locais, os critérios técnicos que necessitam ser verificados são: tamanho da área, localização da área adequação ambiental, dados básicos, condições de acesso, operação, recursos disponíveis e classificação da disposição: aterro sanitário, aterro controlado, lixão, local virgem ou área degradada.

**Pré-seleção de áreas** Nessa fase, um conjunto de dados dos meios físico, biótico e socioeconômico deve ser analisado em escala regional, para que sejam selecionadas várias áreas potencialmente aproveitáveis para instalação do aterro.

Normalmente, pouca atividade de campo é desenvolvida nessa etapa (limitando-se a vistorias de reconhecimento), lançando-se mão, o máximo possível, do acervo de informações já existente, conforme apresentado a seguir: dados geológico-geotécnicos, dados pedológicos, dados geomorfológicos, dados sobre as águas subterrâneas e superficiais, dados climatológicos, dados sobre a legislação e dados socioeconômicos.

A ponderação dos diversos dados considerados e a análise integrada desses permitem a identificação das zonas mais propícias a receber o empreendimento, nas quais, por meio de vistoria de campo, serão individualizadas áreas candidatas a instalação do aterro.

**Disposição final dos resíduos sólidos** Aterro sanitário é o processo mais indicado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente quando se trata de resíduos domiciliares, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. Ocorre com o confinamento de camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança, minimizando os impactos ambientais.

**ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ** A parte prática da pesquisa levou em conta o estudo do modo de disposição do lixo no município de Itajubá (MG) assim como a análise da futura área de construção do aterro sanitário.

A coleta de lixo urbano domiciliar e geral (industrial, hospitalar, logradouros públicos) é deficiente no município de Itajubá, estudado em termos da abrangência do universo dos usuários dos serviços, da segurança dos procedimentos e operações executadas, tanto para os operadores quanto para o meio ambiente e dos recursos materiais, humanos, gerenciais e técnicos.

A principal carência, em termos de segurança e equilíbrio homem - ambiente natural, referenciada pelas autoridades locais consultadas foi a falta de um local apropriado e dotado de meios técnicos para a disposição final dos resíduos sólidos produzidos na área urbana. Hoje, existe uma área pré-selecionada para a futura disposição dos resíduos, mas, essa é apenas a ponta final de um ciclo produção - tratamento - disposição final deficiente e inadequada.

Percebe-se em paralelo a insuficiência de meios técnicos, administrativos e gerenciais para o enfrentamento da solução sob a ótica de autonomia municipal que, não obstante, pode estar em vias de equacionamento no médio-longo prazo, a depender da priorização pelos poderes públicos locais, arregimentação de meios e recursos técnicos e financeiros suficientes, constância, regularidade e da continuidade da ação administrativa.

**Análise das áreas de disposição de resíduos sólidos do município de Itajubá** O atual lixão de Itajubá encontra-se no bairro Novo Horizonte, a



aproximadamente 7 km do centro da cidade, localizado na zona rural. O local possui uma lagoa, hoje bem degradada e está à aproximadamente 200m do rio Sapucaí, principal fonte de abastecimento de água da cidade. Sua área abrange cerca de 5ha cuja capacidade de locação de resíduos está se esgotando, podendo prolongar suas atividades por mais 2 anos no máximo.

Em visita *in loco*, observou-se que o terreno é composto por três tipos de solos que puderam ser caracterizados em:

- solo orgânico superficial: camada mais superficial e aflora na superfície do terreno. São solos argilosos. De acordo com a análise granulométrica conjunta (Norma 6502, ABNT, 1980) são solos de textura argilo arenosos pouco siltosos, com teores de areia, silte e argila de 32,19%, 8,81% e 59%, respectivamente. A sua espessura varia apenas de 20 a 60 cm no máximo, coloração castanho escuro, presença de grãos visíveis de quartzo, foscas e subarredondadas, elevado estado de laterização (indicando alta concentração de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), alto grau de compactação, elevada porosidade e baixa plasticidade ( $\text{IP} = 0,099$ ). Os limites de liquidez e plasticidade apresentaram valores de 41,55% e de 31,60%, respectivamente e o índice de consistência é 2,35 (argila rijas). O teor de matéria orgânica mostrou-se elevado, com a presença de raízes e restos vegetais e em alguns pontos foram observados milimétricos fragmentos de carvão vegetal negros.

- solos residuais maduros: materiais gerados no mesmo local de ocorrência da rocha de origem (gnaisse do Complexo Varginha) e são também denominados solos lateríticos devido ao elevado estágio de laterização desses materiais, onde os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio se concentram gradativamente, envolvem e soldam as partículas (grãos de quartzo e argilas). Apresentam uma coloração castanha avermelhada escura, teor de umidade natural de 30%, textura com predomínio de areia, classificado como um solo areno silte argiloso (Norma 6502, ABNT, 1980), com teores de areia, silte e argila de 50,89%, 32,11% e 17%, respectivamente. É observada a presença de argilominerais no topo e de caulinita (o solo não se contrai e não se expande com a presença de água) por isso o solo apresenta alta compactação. O grau de laterização é elevado, porosidade alta, consistência muito elevada ( $\text{IC} = 2,48$ , consistência dura) e muito plástico ( $\text{IP} = 13,94\%$ ). Os limites de liquidez e plasticidade apresentaram valores de 53,75% e de 39,80%, respectivamente.

- solos residuais jovens: também são materiais gerados *in situ*. Apresentam coloração predominantemente rosa e alguns níveis de cores

variáveis como o amarelo e o branco. Observa-se a preservação da estrutura da rocha, bandamento composicional da estrutura típica da rocha que deu origem (gnaisse), porosidade baixa, baixa laterização (mais próximo à rocha), baixas coesão e consistência. Teor de umidade natural de 7,12% e os ensaios de granulometria conjunta revelaram que são solos areno silte argilosos (Norma 6502, ABNT, 1980) cujo conteúdo de areia, silte e argila obtidos foram de 64,42%, 17,58% e 18%, respectivamente e consistência não muito elevada ( $\text{IC} = 0,75$ , consistência média).

Já na nova área para a disposição de resíduos do município, observou-se que essa vem sofrendo processo de desapropriação e estará liberada em breve para a construção do novo aterro sanitário. Porém as obras só começarão ao final do ano de 2006, quando a prefeitura encerrará as atividades no atual lixão.

O local se encontra no bairro Jardim das Colinas, distante aproximadamente 10km do centro do município, mesmo assim, ainda muito perto de áreas urbanas, possui uma nascente onde corre uma pequeno veio de água.

Nessa futura área de aterro sanitário, observou-se também a presença dos mesmos tipos de solos:

- solo orgânico superficial: predomina a coloração castanho avermelhado escuro, textura arenosa fina-média com teores de areia, silte e argila de 29,59%, 19,51% e 51%, e puderam ser classificados como solos argilo areno siltosos. Apresentam alta porosidade e presença de grãos de quartzo fosco arredondados, bem laterizado (indicando alta concentração de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), com alto grau de compactação. A sua espessura varia apenas de 20 a 90 cm no máximo, alto grau de compactação, elevada porosidade e baixa plasticidade ( $\text{IP} = 5,94$ ). Os limites de liquidez e plasticidade apresentaram valores de 21,33% e de 15,39%, respectivamente e consistência muito baixa ( $\text{IC} = 0,07$ , consistência mole). O teor de matéria orgânica mostrou-se elevado, com a presença de raízes e restos vegetais.

- solo residual maduro: coloração castanha avermelhada, teor de umidade natural de 19,63%, classificado como um solo areno silte argiloso (Norma 6502, ABNT, 1980), com teores de areia, silte e argila de 52,23%, 33,77% e 14%, respectivamente. Presença de grãos de quartzo angulares e brilhantes (solo residual). A sua espessura variou até acima 6,0 metros em média. O grau de laterização é elevado enriquecido de óxidos e hidróxidos de alumínio, porosidade média, consistência não muito elevada ( $\text{IC} = 0,89$ , consistência rijas) e boa plasticidade ( $\text{IP} = 8,19$ ). Os limites de liquidez e plasticidade apresentaram valores de 26,91% e 18,72%, respectivamente.





- solo residual jovem: apresenta coloração predominantemente rosa com um conjunto de outras cores, textura silto areno argiloso com teores de areia, silte e argila de 37,94%, 51,06% e 11%, respectivamente e pouco arenosa, baixa laterização (erosão incipiente), presença de feldspatos já decompostos para argila e de argila montemorilonita, que é indicativo de erosão, consistência muito elevada ( $IC = 1,59$ , consistência dura) e boa plasticidade ( $IP = 19,93$ ). A sua espessura é da ordem acima de 7 metros. Os limites de liquidez e plasticidade apresentaram valores de 47,17% e 27,23%, respectivamente. Há também a presença de veios de quartzo interceptando a camada residual jovem.

Os tipos de materiais encontrados evidenciaram que são solos apropriados para serem utilizados para a disposição de resíduos sólidos, porém a camada mais profunda de solo residual jovem tem um caráter mais erodível, em função da baixa laterização e também de seu conteúdo de argilas predominantemente expansivas. Essas características desse último solo não são consideradas ideais para uma disposição de resíduos, mas por se encontrarem em posição mais abaixo e protegida no terreno, se não forem aflorantes, não causam danos potenciais de instabilização.

**CONCLUSÃO** Considera-se que uma má disposição dos RSU causam enormes prejuízos ao desenvolvimento do município. O adiamento da busca por uma solução que resolva esse problema poderá causar, a médio e longo prazo, o agravamento dessa situação, visto que está ficando cada vez mais escassa a disponibilidade de áreas para disposição dos resíduos.

Somente com a adoção de "políticas específicas" (que leve em conta também seus problemas sociais), é que será conseguido seu pleno desenvolvimento, e conseqüentemente, o desenvolvimento do estado e do país.

Diante dos fatos anteriormente expostos, podemos concluir que a solução a ser adotada para o tratamento do lixo nesse município deve se comprometer em considerar os seguintes aspectos, dentre os quais: ser uma solução que contemple os princípios pré-estabelecidos nos modelos modernos de gestão de resíduos, que priorizam a minimização, a reutilização e a reciclagem; ser uma solução que empregue tecnologia apropriada e de baixo custo, compatível com a realidade socioeconômica encontrada nesses municípios; ser uma solução que resolva esses graves problemas e, ao mesmo tempo, crie oportunidades que minimizem a crise social, e ser uma solução eficiente e de fácil operação e aplicabilidade.

Os ensaios laboratoriais puderam caracterizar a diversidade dos solos dos dois locais de estudo, buscando avaliar as áreas de disposição de resíduos sólidos do município a fim de estabelecer o local mais adequado para a mesma.

De acordo com as análises laboratoriais associadas à descrição dos solos em campo, pode-se observar que as duas áreas, tanto a do atual lixão, quanto à nova área, apresentam-se como áreas potencialmente adequadas para a disposição de resíduos sólidos urbanos. Isto se deve, por apresentarem alta consistência (materiais duros), o que permite boa estruturação dos solos e elevada resistência mecânica, plasticidade baixa, solos espessos e bem laterizados.

Porém, a nova área, apresenta uma distância maior dos cursos de água, o que é um fator muito favorável, sendo que o nível do lençol freático é de aproximadamente 30m, muito superior ao da área do lixão atual (inferior a 10m). Sem contar que a atual área do aterro sanitário será ao lado da futura estação de tratamento de esgoto (ETE), já aprovada e que será construída pela COPASA. Isto contribuirá para um tratamento direto do chorume gerado pelo aterro no próprio local de sua disposição.

## Referencias

- ANDRADE H. & SOUZA, J.J. 1999. *Solos: Origem, Componentes e Organização*. UFLA/FAEPE, Lavras – MG.
- BROLLO 2001. *Metodologia Automatizada para Seleção de Áreas para Disposição de Resíduos Sólidos*. São Paulo. Tese de Doutorado – Departamento de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.
- D'ALMEIDA A.V & VILHENA M.L.O. 2000. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. 2.ed. São Paulo, IPT / CEMPRE.
- DAVIS M.L. et al. *Introduction to Environmental Engineering*. 2.ed. New York: McGraw Hill, 1991.
- EMBRAPA – CNPS 1997. *Manual de Métodos e Análise de solos*. 2ª Edição, Rio de Janeiro – RJ.
- FERNANDES A.J. 1997. *Tectônica Cenozóica na Porção Média na Bacia do Rio Piracicaba e a sua Aplicação a Hidrologia*. São Paulo SP. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências da USP.
- FERREIRA M.M. & DIAS M.S. 1999. *Física do Solo*, UFLA/FAEPE, Lavras – MG.
- FORNASARI F.N. & BRAGA T.O. 1996. *Auditoria e Contribuições do meio físico ao Sistema de Gerenciamento Ambiental*. São Paulo SP. [Apostila do curso "O meio físico em instrumentos de gerenciamento ambiental sob a ótica da ISO 14.000", Instituto de Pesquisas Tecnológicas]. p. 25-26.
- LOMBARDO M.A. & MACHADO R.P.P. 1996. *Aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas nos estudos*



**XLIII Congresso Brasileiro de Geologia**  
Aracaju, 3 a 8 de setembro de 2006

- urbanos. *Revista do Departamento de Geografia* – USP. São Paulo SP
- PHILIPPI Jr A. 1999. A Agenda 21 e resíduos sólidos. São Paulo SP In: *Anais do RESID'99 – Seminário sobre Resíduos Sólidos*, ABGE. p. 15-25
- VEDOVELLO R 2000. *Zoneamento geotécnico aplicado à gestão ambiental a partir de unidades básicas de compartimentação – UBCs*. Rio Claro SP. [Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP].
- VENEZIANI P. & ANJOS C.E. 1982. *Metodologia de Interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia*. São José dos Campos SP. INPE.
- ZUQUETTE LV. 1993. *Importância do Mapeamento Geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guias para exploração*. São Carlo SP. Tese de Livre Docência – Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos da USP.