

SGS
03
12
04

1º SIMPÓSIO BRASILEIRO
DE
JOVENS GEOTÉCNICOS

GEO-JOVEM 2004

23 e 24
agosto de 2004

São Carlos, SP

1º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOVENS GEOTÉCNICOS

Comissão Organizadora:

Edmundo Rogério Esquivel
Gene Stancati
João Baptista Nogueira
Lázaro Valentim Zuquette
Nelson Aoki

Realização:



Escola de Engenharia de
São Carlos

USP
UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

AB
MS

Patrocínio:


CENTROVIAS

PERFIS
GERDAU AÇOMINAS

 BANCO DO BRASIL

Verthz
fundação especial

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

 EG Barreto
Geotecnia e Fundações

Apoio:

IGS
Brasil

BGE



Departamento de Geotecnia
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo



Associação Brasileira de Mecânica dos Solos
e Engenharia Geotécnica

GEO-JOVEM 2004

1º Simpósio Brasileiro de Jovens Geotécnicos

Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
São Carlos, 23 a 24 de agosto de 2004

Editado por:

Edmundo Rogério Esquivel
Gene Stancati
João Baptista Nogueira

Potencialidade de aplicação da técnica de avaliação do terreno no município de Angra dos Reis – RJ com vistas ao mapeamento geotécnico de movimentos de massa

Garcia, J.M.P. *G 216 p*
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil,
gpgarcia@sc.usp.br

Zuquette, L.V.
Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil, lazarus1@sc.usp.br

Resumo Este trabalho avalia a potencialidade da aplicação da técnica de avaliação do terreno para a caracterização de *landforms* em áreas urbanizadas do município de Angra dos Reis (RJ) com incidência de movimentos de massa. A conceituação de *landform* é apresentada como uma unidade de terreno originada por processos naturais e caracterizada por forma e posição topográfica, frequência e organização dos canais, inclinação das vertentes e amplitude do relevo. A avaliação conclui pela necessidade e viabilidade da aplicação da técnica na região considerada.

Abstract This work assesses the potentiality for application of the terrain evaluation technique for landform characterization in Angra dos Reis (RJ) urban areas affected by mass movements. The concept for landform is presented as a terrain unit characterized by its form and topographic position, frequency and channel organization, hill slopes and relief amplitude. The analysis results are favorable to the application of the technique.

1 INTRODUÇÃO

O procedimento técnico/metodológico de mapeamento geotécnico utilizando a técnica de avaliação do terreno tem sido utilizado em nível nacional e internacional.

A partir do estabelecimento do princípio da similaridade dos elementos da paisagem, onde Bourne (1931; *in* Lollo e Zuquette, 1996) propõe que paisagens similares refletem condições similares de evolução, teve início a utilização do relacionamento entre as formas de relevo e seus materiais constituintes, para fins de interpretação da paisagem. Milne (1935), mapeando associações complexas de solos, afirma que nas regiões tropicais, os perfis de alteração apresentam características bastante peculiares.

No Brasil, onde as condições climáticas tropicais são bastante diversas das condições reinantes nos países de clima temperado, os fatores condicionadores da evolução dos terrenos são absolutamente distintos dos daqueles países, tornando as formas de terreno mais suaves e o manto de intemperismo mais espesso, em função da

intensificação dos processos, dificultando a identificação de *landforms*.

Considerando essas condições peculiares para o território brasileiro, Zuquette (1987) apresenta proposta metodológica específica para o desenvolvimento de mapeamento geotécnico através da utilização de formas de relevo.

A definição de *landform*, em virtude da grande disseminação de seu uso e de sua ampla aplicabilidade, pode apresentar significados distintos. Assim, Howard & Spock (1940) e Belcher (1946), apresentam o termo *landform* com base em propriedades eminentemente fisiográficas, considerando suas características visuais e físicas, como forma topográfica, modelo de drenagem e morfologia.

Lollo & Zuquette (1996) consideram que, em virtude da grande diversidade de enfoques na definição de *landforms*, torna-se difícil o uso do termo sem a adoção de um conceito rígido e claro que facilite o entendimento das bases do zoneamento efetuado.

Visando a superação desta dificuldade propõem uma definição que apresenta caráter tipicamente fisiográfico, que possibilita seu uso através do

14/1967
071204

simples reconhecimento da forma, sem distinção de aspectos genéticos, de constituição e sem explicitação da influência de estruturas geológicas.

A partir do estabelecimento destes pressupostos, os autores apresentam sua definição de *landform*: porção do terreno originada de processos naturais e distinguível das porções vizinhas (demais "landforms") em pelo menos um dos elementos de identificação: forma e posição topográfica, frequência e organização dos canais, inclinação das vertentes e amplitude do relevo.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho é parte integrante de um projeto de pesquisa de doutorado que prevê a elaboração de proposta metodológica para avaliação geológico-geotécnica em região costeira sub-tropical.

A região da Costa Verde, área de aplicação do mencionado estudo, no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, situada entre os municípios de Itaguaí e Angra dos Reis e cortada pela Rodovia Rio-Santos (BR101), apresenta alto potencial turístico, representado pelas inúmeras praias da região, por suas ilhas, florestas, trilhas, cachoeiras e construções históricas. Atualmente, a região sofre a pressão da expansão urbana através da ocupação irregular e desordenada, processo que se iniciou pelas margens da rodovia Rio-Santos e avança para as encostas anteriormente tomadas por mata atlântica.

Como consequência pode-se constatar a ocorrência de processos erosivos acelerados, movimentos de massa em encostas, falta de água em períodos de maior fluxo turístico, disposição inadequada de resíduos e dejetos, acidentes em dutovias com derramamento de óleo, congestionamentos de trânsito terrestre, desmatamentos e desenvolvimento de favelas (Jornal do Brasil, 2002).

A caracterização de *landforms* pelo método de avaliação do terreno visa a elaboração de mapeamento geotécnico de caráter preventivo em regiões que não possuem informações básicas, que exigirão a produção de dados, desde os fundamentais até os específicos (Zuquette, 1993), permitindo a avaliação da viabilidade de ocupação e, conseqüentemente, a priorização e hierarquização de áreas.

A metodologia permite a variação dos níveis de heterogeneidade, classificação dos atributos e generalização das informações com a variação da escala de trabalho; propicia o estabelecimento das possibilidades e recomendações de uso para cada faixa de escalas de trabalho e orienta com relação à coleta de amostras para análises em laboratório, limitando o número destas ao estritamente necessário. Tais possibilidades favorecem a realização dos trabalhos a um custo final que pode ser considerado baixo.

Devem ser ressaltados a versatilidade do método, que viabiliza a continuidade e detalhamento dos trabalhos de mapeamento geotécnico com a evolução do grau das informações a partir da ampliação da escala de trabalho em áreas selecionadas e o seu baixo custo de implementação e desenvolvimento.

Esta técnica possibilita, ainda, uma relação mais objetiva com os usuários das informações geradas pelo trabalho de mapeamento geotécnico, através do fornecimento de informações relacionadas diretamente com a complexidade da região e com a escala de trabalho.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada no desenvolvimento dos trabalhos é a Técnica de Avaliação do Relevo, baseada na interpretação e análises de feições de relevo (*landforms*). Tal técnica parte do pressuposto que as formas de relevo representam o produto da atuação sobre eles dos processos naturais de evolução da superfície terrestre refletindo, portanto, suas condições.

Entende-se, para o presente trabalho, *landform* a partir do conceito apresentado em Lollo & Zuquette (1996).

São utilizados, normalmente, três níveis hierárquicos de individualização de *landforms* (Lollo & Zuquette, *op. cit.*): sistema de terreno, correspondente a uma associação de formas; unidade de terreno, que corresponde a formas individuais e elemento de terreno, correspondente à porção que compõe uma forma (Figuras 1, 2 e 3).

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Pode-se verificar, a partir de levantamento bibliográfico e observações em campo, a necessidade da aplicação de estudos de cunho geotécnico e ambiental para a região da Costa Verde, em virtude das características atuais e potenciais de uso e ocupação e das situações problemáticas e conflitantes representadas por impactos naturais e induzidos para a região.

A potencialidade de aplicação da técnica de avaliação do terreno para a região é demonstrada pela própria descrição do método, pelo histórico de sua aplicação em diferentes tipos de terrenos, com adaptações para o atendimento a distintas finalidades (Lollo & Zuquette, *op. cit.*). A caracterização das condições de estabilidade em terrenos granítico-gnáissicos em Hong Kong (Brand *et al.*, 1982; Styles *et al.*, 1986), estudos para obras rodoviárias e uso agrícola nos EUA e na África do Sul (Shamburguer, 1980; Brunsden, *et al.*, 1975) e aplicação para planejamento urbano e regional na Austrália (Grant, 1972) e na Holanda (Soeters & Rengers, 1981) são exemplos dessa diversidade de aplicações e adaptações que representa, atualmente,

uma tendência internacional (Forster & Curshaw, 1994; Ivins & Bell, 1994; Koarai *et al.*, 1994; Li, 1994; Pothérat, 1994; Rockaway & Smith, 1994; Ruiz & Gijón, 1994; Yu & Jacobsson, 1994; Zuquette *et al.*, 1994).

Lollo & Zuquette (1996) enfatizam que a técnica de avaliação do terreno se apresenta como ferramenta básica de zoneamento preliminar do meio físico para quaisquer finalidades de interesse da engenharia.

As características geológicas e geomorfológicas da área, representadas por conjunto litológico metamórfico de médio a alto grau, com ampla variedade de formas de relevo, localizadas em zonas da Serra do Mar e da Planície Costeira se apresentam plenamente propícias à aplicação da técnica, que pode conduzir à geração de mapas regionais multifinalidade que tratam do zoneamento do terreno orientado à caracterização e planejamento regional, de trabalhos de finalidade específica que buscam o atendimento de interesses relacionados a atividades definidas, como agricultura, análise regional de riscos e implantação de obras lineares e/ou de trabalhos locais, voltados para estudos de avaliação do terreno para fins de prospecção de materiais de construção, análise de riscos de estabilidade e estudos de locais de obras de engenharia. Os documentos básicos elaborados são o mapa de *landforms* segundo o nível hierárquico considerado, com as respectivas descrições das suas condições geotécnicas e o mapa das condições geotécnicas gerais, com a representação das unidades geotécnicas individualizadas pelo trabalho. A disponibilidade de documentação bibliográfica e cartográfica relativa à área vem a se constituir em mais um fator favorável à aplicação da técnica avaliação do relevo para a área.

O mapeamento geotécnico com a utilização da Técnica de Avaliação do Terreno pode apresentar caráter preventivo quando aplicado a áreas com iminente expansão urbana, através do zoneamento do terreno visando o planejamento territorial. A efetivação de trabalhos de Zoneamento Geotécnico Geral aplicados à região em questão deverá representar a fase inicial da busca de um disciplinamento para sua ocupação, de forma a minimizar impactos e riscos ambientais.

O presente trabalho, referente ao doutorado de um dos autores deverá apresentar, como resultado final, mapas de *landforms*, nos níveis hierárquicos estudados, devidamente acompanhados da descrição minuciosa das características físicas e geotécnicas, gráficos, tabelas e dados estatísticos, a Carta de Zoneamento Geotécnico Geral da área de estudos, acompanhada de legenda explicativa da caracterização geotécnica das unidades e outros documentos relacionados e a Carta de Movimentos de Massa Gravitacionais e Processos Erosivos. Poderão ser apresentados mapas de zoneamento geotécnico específico, desde que se faça necessário

ou viável, considerando uma forma específica de uso ou ocupação para a área, para determinada parte da área total ou, ainda, para a solução de um problema específico. Constata-se viável, também, a apresentação de mapas básicos, como o Mapa do Substrato Rochoso e o Mapa de Materiais Inconsolidados, confeccionados a partir dos mapas de *landforms*.

As Figuras 1, 2 e 3, extraídas de Lollo e Zuquette (1996) apresentam exemplos de Sistemas, Unidades e Elementos de Terreno, respectivamente.

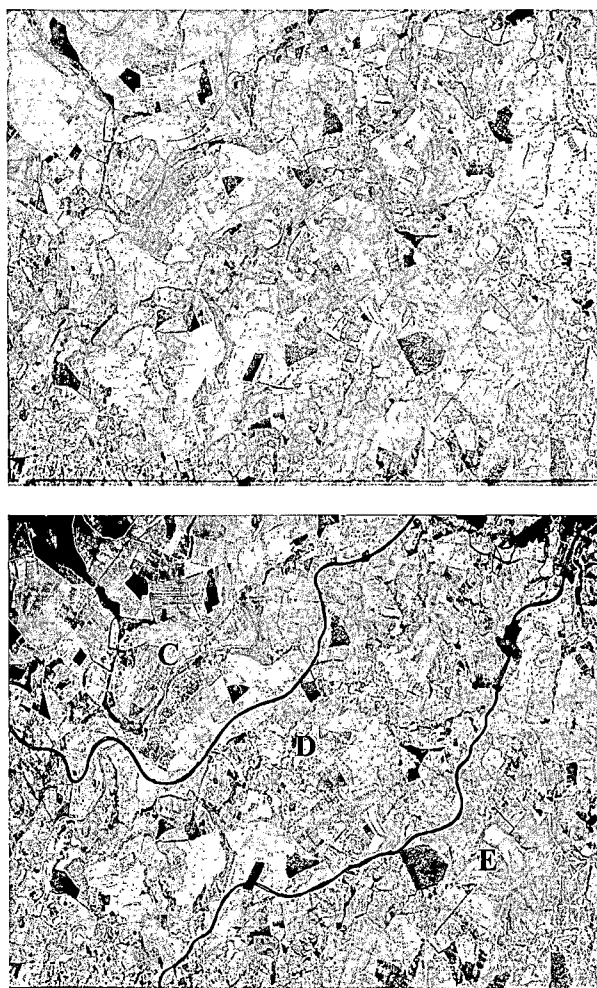


Figura 1: Sistemas de Terreno C, D e E (Lollo & Zuquette, 1996)

Sistema C: associação de formas rebaixadas e aplainadas, composta por colinas médias a amplas de topo aplainado circundadas por vales pequenos e abertos com baixa frequência de canais com padrão angular evoluindo para paralelo.

Sistema D: relevo dissecado composto por colinas onduladas pequenas a médias e vales pequenos e fechados com alta frequência de canais com padrão dendrítico a retangular.

Sistema E: feições mais elevadas incluindo colinas e morrotes pequenos e alongados com topos angulosos a ondulados, associados a vales

profundos e fechados, com alta frequência de canais e padrão dendrítico.

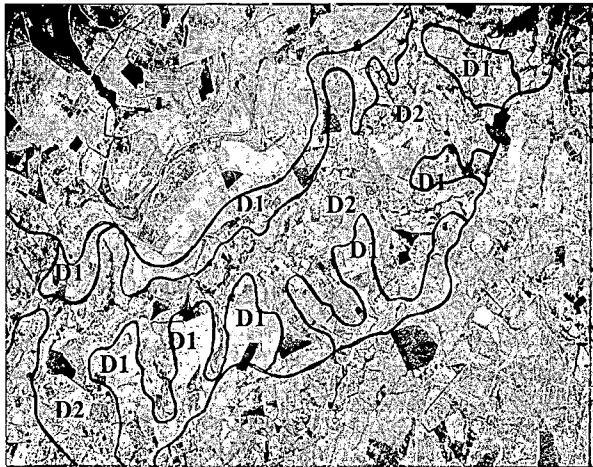


Figura 2: Unidades presentes no Sistema D (Lollo & Zuquette, 1996)

Unidade D1: colinas pequenas onduladas de topo arredondado com média frequência de canais e encostas convexas a côncavas, apresentando declividades moderadas (entre 5 e 10%). O conjunto de informações acima indica um provável equilíbrio entre os processos de pedogênese e morfogênese e materiais inconsolidados pouco profundos e evoluídos, o que realmente pôde ser verificado no campo ao se identificar, nesta unidade, a existência de perfis de alteração com espessuras pequenas (menores que 2m) de materiais residuais imaturos.

Unidade D2: vales pequenos e fechados com alta frequência de canais e encostas côncavas a retilíneas com ravinas, e declividades médias (entre 10 e 20% predominantemente). Tal conjunto de informações evidencia a predominância de processos erosivos indicando perfis de materiais inconsolidados pouco evoluídos e pouco profundos, fato que pode ser verificado no campo, onde os materiais inconsolidados presentes nesta unidade

apresentam espessuras entre 2 e 5m com perfis homogêneos residuais e retrabalhados.

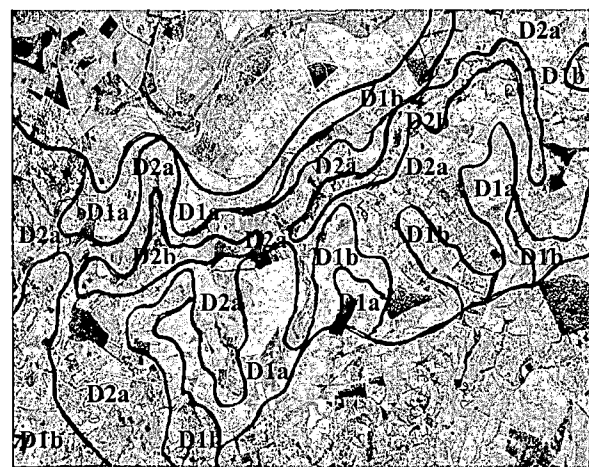
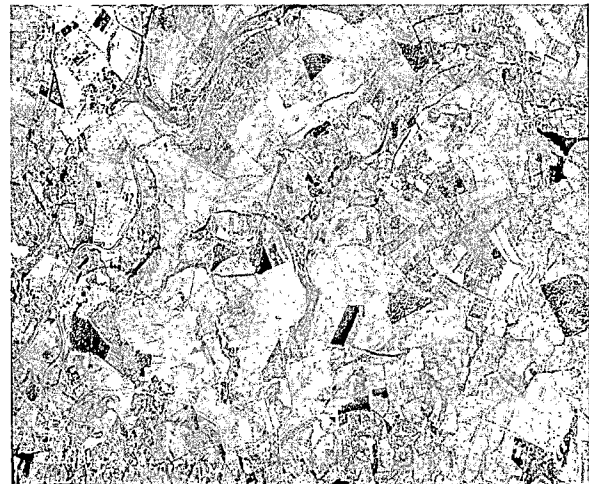


Figura 3: Elementos presentes nas Unidades do Sistema D (Lollo & Zuquette, 1996)

Elemento D1a : encostas convexas - perfis mais evoluídos e profundos

Elemento D1b : encostas côncavas - perfis menos evoluídos e menos profundos

Elemento D2a : menores declividades, perfis mais espessos

Elemento D2b : maiores declividades, perfis menos espessos

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belcher, D. J. Engineering Applications of Aerial Reconnaissance. *Geological Society of America Bulletin*, New York, v. 57. Nº 8, p. 727-734, august, 1946.
- Brand, E.W.; Burnett, A.D.; Styles, K.A. Geotechnical Land Use Maps for Planning in Hong Kong. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 4, 1982, New Delhi.

- Proceedings... New Delhi : Oxford & IBH, 1982, v. 1, p. I. 145-I. 153.
- Brunsdon, D. Doorkamp, J.C., Hinch, I.W., Jones, D.K.C. Geomorphological Mapping in Highway Design. In : REGIONAL CONFERENCE FOR AFRICA SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 6, 1975, Durban. 6th...Durban : A. A. Balkema, 1975, p. 3 - 9.
- Forster, A. & Curshaw, M.G. Slope Stability Assessment from Geotechnical and Slope Data for Planning Purposes. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisbon: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 1771 - 1775.
- Grant, K. Terrain Classification for Engineering Purposes of the Melbourne Area, Victoria. Melbourne, CSIRO - Division of Applied Geomechanics Technical Paper n° 15, 209 p., 1972.
- Howard, A.D. e Spock L.E. Classification of land forms. *Journal of Geomorphology*, [s.1], v. 3, p. 332-345, 1940.
- Ivins, G.J. & Bell, F.G. An Engineering Geomorphological Appraisal of Slope Stability Along a Proposed by-pass in Natal. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisboa: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 3933 - 3942.
- Jornal do Brasil. *Degradação de Angra e Sepetiba é alarmante*. 06/10/2002. p. C-1.
- Koarai, M.; Tsuzawa, M.; Hoshino, M.; Ohtani, T. & Mizukoshi, H. Geomorphological Analysis of Japanese Volcanoes for Natural Disaster Prediction by Geographical Survey Institute. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisboa: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 2275 - 2282.
- Lollo, J.A. - *O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas*. São Carlos: EESC/USP. 2 v. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1995.
- Lollo, J.A. e Zuquette, L.V. *Utilização da técnica de avaliação do terreno em cartografia geotécnica: sistemática proposta e resultados obtidos para a quadricula de Campinas*. 2º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. ABGE. São Carlos, 1996.
- Milne, G. Composite Units for the Mapping of Complex Soil Association. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 3, 1935. [s. 1.] *Transactions of the...* [s. 1.]: International Association of Soil Science, 1935, v.1, p. 345-347.
- Pothérat, P. Photo-interprétation du Glissement de la Crapière (Alpes Maritimes, France). In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisboa: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 1527 - 1532.
- Rockaway, J.D. & Smith, R.J. Geomorphic Assessment for a Waste Disposal Facility. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisbon: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 2393 - 2402.
- Ruiz, R.M.M. & Gijón, M.F. Methodology for Landslides Hazard Map. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisbon: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 2059 - 2064.
- Shamburguer, J.H. Engineering Geology Mapping of Depositional Environments in the Lower Mississippi Valley. Bulletin of the International Association of Engineering Geologists, Krefeld, n. 21, p. 194 - 199, 1980.
- Soeters, R. & Rengers, N. An Engineering Geological Map from Large Scale Photography. ITC Journal (International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences), Amsterdam, n° 2, p. 140 - 152, august 1981.
- Styles, K.A; Hansen, A. & Burnett, A.D. Use of a Computer-based Land Inventory for Delineation of Terrain Which is Geotechnically Suitable for Development. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 5, 1986, Buenos Aires. Proceedings... Buenos Aires : A. A. Balkema, 1986, v. 5, p. 1539 - 1545.
- Yu, Y. & Jacobsson, A. Geological and Geotechnical Characteristics of Tills for Road Construction. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisboa: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 3235 - 3243.
- Zuquette, L. V. *Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras*. São Carlos: EESC/USP. 1987. 3 v. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1987.
- Zuquette, L.V. *Importância do Mapeamento Geotécnico no Uso e Ocupação do Meio Físico: fundamentos e guia para elaboração*. São

Carlos: EESC/USP. 1993. 2 v. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1993.

Zuquette, L.V. e Pejon, O.J. *Carta de zoneamento geotécnico geral de Franca - SP utilizando os critérios de "landforms"*. 2º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. ABGE. São Carlos, 1996.

Li, H. M. Maojiazhuang. Landslides and its stability analysis by remote sensing. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisboa: A. A. Balkema, 1994, v. 3 p. 1361-1365

Zuquette, L. V.; Pejon, O. J.; Sinelli, O. e Gandolfi, N. Methodology for specific engineering geological mapping for selection of sites for waste disposal. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS, 7, 1994, Lisbon. Proceedings... Lisboa: A. A. Balkema, 1994, v. 3, p. 3235 - 3243. v.4 p. 2481-2489