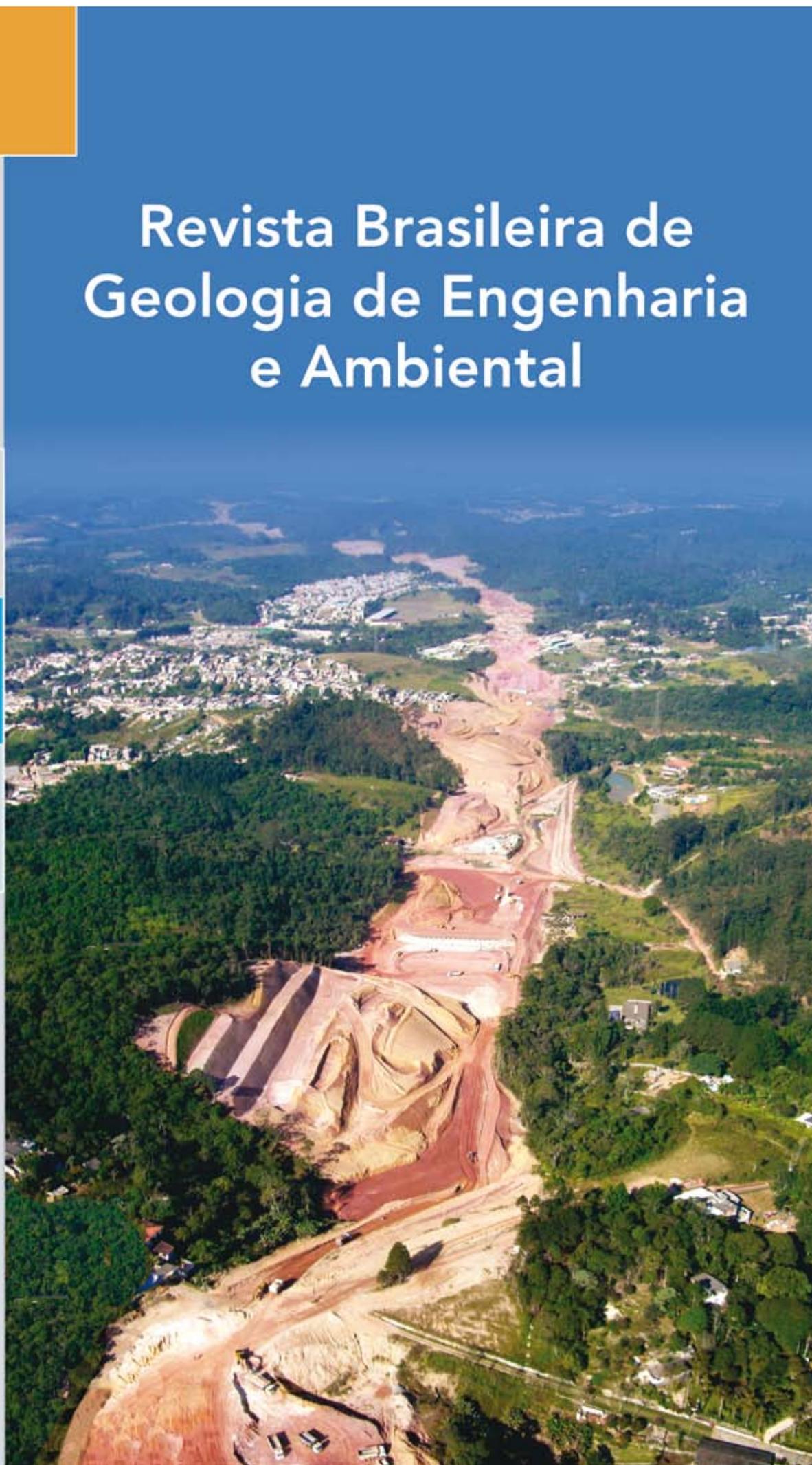




ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental



ISSN 2237-4590

Volume 1
Número 1
Novembro 2011

Edição Especial



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

RBGEA
REVISTA BRASILEIRA DE
GEOLOGIA DE ENGENHARIA
E AMBIENTAL



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

REVISTA BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Publicação Científica da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental

EDITOR

Lázaro Valentim Zuquette - USP

CO EDITOR

Fernando F. Kertzman - GEOTEC

REVISORES

Antonio Cendrero - Univ. da Cantabria (Espanha)

Alberto Pio Fiori - UFPR

Candido Bordeaux Rego Neto - IPUF

Clovis Gonzatti - CIENTEC

Eduardo Goulart Collares - UEMG

Emilio Velloso Barroso - UFRJ

Fabio Soares Magalhães - BVP

Fabio Taioli - USP

Frederico Garcia Sobreira - UFOP

Guido Guidicini - Geoenergia

Helena Polivanov - UFRJ

Jose Alcino Rodrigues de Carvalho - Univ. Nova de Lisboa (Portugal)

José Augusto de Lollo - UNESP

Luis de Almeida Prado Bacellar - UFOP

Luiz Nishiyama - UFU

Marcilene Dantas Ferreira - UFSCar

Marta Luzia de Souza - UEM

Newton Moreira de Souza - UnB

Oswaldo Augusto Filho - USP

Reinaldo Lorandi - UFSCar

Ricardo Vedovello - IG/SMA

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Rita Motta - Editora Tribo da Ilha

FOTO DA CAPA

Obras do Rodoanel trecho sul, nas proximidades da represa Billings.,
tirada em 08 de julho de 2008 . Fabrício Araujo Mirandola - IPT

Edição Especial

Circulação: Novembro de 2011

Tiragem: 2.500

ISSN 2237-4590

São Paulo/SP

Novembro/2011



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Av. Prof. Almeida Prado, 532 - IPT (Prédio 11) 05508-901 - São Paulo - SP
Tel.: (11) 3767-4361 - Telefax: (11) 3719-0661 - E-mail: abge@ipt.br - Home Page: <http://www.abge.com.br>

DIRETORIA - GESTÃO 2009/2011

Presidente: Fernando Facciolla Kertzman
Vice-Presidente: Gerson Salviano de Almeida Filho
Diretora Secretária: Kátia Canil
Diretor Financeiro: Luiz Fernando D'Agostino
Diretor de Eventos: Elisabete Nascimento Rocha
Diretor de Comunicação: Marcelo Fischer Gramani

CONSELHO DELIBERATIVO

Elaine Cristina de Castro, Elisabete Nascimento Rocha, Fabio Canzian da Silva, Fabrício Araújo Mirandola, Fernando Facciolla Kertzman, Fernando Ximenes T. Salomão, Gerson Almeida Salviano Filho, Ivan José Delatim, Kátia Canil, Leonardo Andrade de Souza, Luiz Antonio P. de Souza, Luiz Fernando D'Agostino, Marcelo Fischer Gramani, Newton Moreira de Souza, Selma Simões de Castro.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO

Presidente: Nelson Meirim Coutinho - **Vice-Presidente:** Antonio Queiroz
Diretor Secretário: Eusébio José Gil - **Diretor Financeiro:** Cláudio P. Amaral
End.: Av. Rio Branco, 124 / 16º andar - Centro - 20040-916 - Rio de Janeiro - RJ
Tel : (21) 3878-7878 **Presidente - Tel.:** (21) 2587-7598 **Diretor Financeiro**

NÚCLEO MINAS GERAIS

Presidente: Maria Giovana Parizzi - **Secretário:** Frederico Garcia Sobreira
Tesoureiro: Luís de Almeida P. Bacellar - **Diretor de Eventos:** Leonardo A. Souza
End.: Univ. Fed. de Ouro Preto - Depto. Geologia - 35400-000 - Ouro Preto/MG
Fone: (31) 3559.1600 r 237 **Fax:** (31) 3559.1606 -

REPRESENTANTES REGIONAIS	UF
ROBERTO FERES	AC
HELIENE FERREIRA DA SILVA	AL
JOSÉ DUARTE ALECRIM	AM
CARLOS HENRIQUE DE A.C. MEDEIROS	BA
FRANCISCO SAID GONÇALVES	CE
NORIS COSTA DINIZ	DF
JOÃO LUIZ ARMELIN	GO
MOACYR ADRIANO AUGUSTO JUNIOR	MA
ARNALDO YOSO SAKAMOTO	MS
KURT JOÃO ALBRECHT	MT
CLAUDIO FABIAN SZLAFSZTEIN	PA
MARTA LUZIA DE SOUZA	PR
LUIZ GILBERTO DALL'IGNA	RO
CEZAR AUGUSTO BURKERT BASTOS	RS
CANDIDO BORDEAUX REGO NETO	SC
JOCÉLIO CABRAL MENDONÇA	TO



A Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA) é uma proposta da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE) no sentido de suprir uma lacuna nacional para publicação de trabalhos científicos técnicos e de exemplos de aplicação da Geologia de Engenharia e Ambiental, que venham agregar conhecimentos aos profissionais, pesquisadores e comunidade em geral, tanto em nível nacional como internacional.

A frequência será de três números regulares por ano, e números especiais, no caso de seleção de trabalhos relacionados a um tema específico.

A RBGEA terá o primeiro número na forma impressa, e, logo que tiver uma sequência definida, será uma publicação eletrônica, impressa anualmente. Com este periódico espera-se que haja um avanço nas relações entre os profissionais que atuam na formação e pesquisa e aqueles que atuam nas outras esferas da profissão. Assim, será reforçada a relação que tornou a atividade de Geólogo de Engenharia e Ambiental relevante em diversos países, fazendo com que a profissão ocupe uma posição de destaque na sociedade, com questões relevantes relacionadas ao Planejamento Urbano e as Obras de Infraestrutura e tantos outros.

Espera-se que esta publicação atinja seus objetivos e venha subsidiar estudantes e profissionais da Geologia de Engenharia nas suas atividades, seja nas universidades, nos institutos, nas empresas de economia mista, públicas ou privadas.

A Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA) destina-se à divulgação

de investigações, estudos e soluções de problemas de engenharia e ambientais decorrentes da interação entre a Geologia e as atividades humanas - (incluindo aspectos relevantes da Geologia relacionados à Engenharia Civil, Mineração e Recursos Hídricos, assim como relacionados à previsão de eventos perigosos, às áreas contaminadas, aos processos geológicos, à prevenção e remediação de áreas degradadas) -, Planejamento Territorial e Ambiental, Banco de Dados e Casos Históricos; além destes estudos serão também contemplados os processos modernos, as novas técnicas de campo e laboratório e temas científicos de interesse amplo e caráter original, sempre relacionados com a Geologia de Engenharia e Ambiental e com as ciências da terra de uma forma geral, seja do Brasil seja de outros países, publicados na língua portuguesa e espanhola.

O primeiro número apresenta artigos históricos de três profissionais que dão nome aos Prêmios da ABGE para os destaques de nossa categoria: Ernesto Pichler, Lorenz Dobereiner e Fernando Luiz Prandini, bem como uma série inicial de artigos encomendados pelos Editores. A segunda edição continuará com autores convidados pelos Editores; e a terceira edição será um dos melhores trabalhos escolhidos no 13º CBGE. Na sequência, haverá publicações digitais reunindo os artigos submetidos por diversos autores.

Boa leitura à todos.

**Lazaro V. Zuquette e
Fernando F. Kertzman**



- 9** BOÇOROCAS
Ernesto Pichler (In memorian)
- 17** CARACTERIZAÇÃO GEOMECÂNICA DO MACIÇO ROCHOSO DE FUNDAÇÃO DA UHE CACHOEIRA PORTEIRA
Lorenz Dobereiner (In memorian)
Fernando Pires de Camargo
Alarico A. C. Jácomo
- 29** O BRASIL E A GEOLOGIA NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E URBANO
Fernando Luiz Prandini (In memorian)
- 41** UM BREVE RELATO SOBRE A GEOLOGIA DE ENGENHARIA
Lazaro Valentin Zuquette
- 57** INTEGRAÇÃO DE ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS APLICADOS A PROJETOS DE ENGENHARIA E À AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: ESTAMOS AVANÇANDO?
Omar Yazbek Bitar
Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo
Sofia Julia Alves Macedo Campos
Tânia de Oliveira Braga
Caio Pompeu Cavalhieri
- 73** GEOLOGIA APLICADA A BARRAGENS: UMA REVISÃO DE PROCEDIMENTOS
Luiz Ferreira Vaz
Magali Dubas Gurgueira
Talita de Oliveira Muzzi
- 93** CONTRIBUIÇÃO PARA A GEOLOGIA DE ENGENHARIA APLICADA ÀS CIDADES. EXPERIÊNCIA DE LONGA DURAÇÃO EM BELO HORIZONTE – MG
Edézio Teixeira de Carvalho - GEOLURB
- 109** GESTÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS NO BRASIL
Margareth Mascarenhas Alheiros
- 123** IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA E GEOMECÂNICA NA MINERAÇÃO
Sérgio N. A. de Brito
Paulo R. C. Cella
Rodrigo P. Figueiredo

UM BREVE RELATO SOBRE A GEOLOGIA DE ENGENHARIA

LAZARO VALENTIN ZUQUETTE

A diferença principal entre um Geólogo que somente fornece os dados a outro profissional e o Geólogo de Engenharia, é que o primeiro somente gera informações sobre o meio e não realiza a devida interpretação dos mesmos (rochas, solos, descontinuidades, variabilidade, etc.) em termos qualitativos e quantitativos, para o fim em questão, seja uma obra de engenharia ou um problema ambiental.

RESUMO ABSTRACT

Este texto tem por objetivo relatar alguns eventos que foram marcantes em termos internacionais e nacionais no desenvolvimento da Geologia de Engenharia ao longo dos últimos 150 anos, sem a presunção de considerar todos que foram marcantes. A idéia central é que este texto motive outros profissionais a elaborarem estudos sobre a história e a evolução da Geologia de Engenharia, seja em termos de aspectos técnico-científicos, profissionais ou de aplicação. Associado encontra-se um conjunto dos principais periódicos internacionais, assim como um grupo de livros clássicos e lista das referências bibliográficas sobre os fatos considerados no texto.

This paper aims to report some important international and Brazilian scientific and technical events for Engineering Geology during the last 150 years. The central idea of this text is to encourage others professionals to elaborate more complete texts about the history and developing of the Engineering Geology, in terms of technical-scientific, professional or application. Attached is a series of major international journals, as well as a group of classic books and list of references on the facts cited in the text.

1 INTRODUÇÃO

A denominação Geologia de Engenharia originou-se a partir da metade do século XIX em diversos países europeus, e o termo em português surgiu da tradução geral dos termos: Engineering Geology (Inglês), Ingeniería Geológica (Espanhol), Inzhenernaya Geologiya (Russo), Géologie de l'ingénieur (Francês) e Ingenieurgeologie (Alemão). Na primeira metade do século XX, difundiu-se mais intensamente na América do Norte e Europa, porém com características especiais em cada país ou região em função das necessidades, como o tipo de obra ou problema específico. Atualmente, a Geologia de Engenharia, junto da Mecânica dos Solos e das Rocha, constituem a base do campo de conhecimento denominado Geotecnia. Contudo, as relações entre as três áreas de conhecimento sofrem variações dependendo do país. De acordo

com Müller-Salzburg (1976), a Geologia de Engenharia surgiu como uma ciência independente (IDENTIDADE), tendo como principio gerar informações quantitativas de fatos geológicos necessárias aos projetos de engenharia e de mineração, no sentido de evitar problemas durante a execução e vida útil. No entanto, termos que são usados atualmente para caracterizações dos materiais geológicos nos aspectos relacionados à Geologia de Engenharia podem ser encontrados desde a civilização Micênica (Mycenaean Civilization), conforme descrito em diversos textos, entre eles o de Kekkos et al. (2006), que apresenta citações de aspectos de Geologia de Engenharia nos poemas de Homero (HOMERIC POEMS). Acrescenta-se a isso que o termo Risco apareceu também pela primeira vez nesses mesmos poemas.

O surgimento do termo Geologia de Engenharia tem como referência inicial o trabalho desenvolvido por William Smith (1800 a 1815) em porções da Inglaterra visando a projetos de canalizações. Este trabalho resultou em um mapa considerado como o primeiro Mapa Geotécnico e uma das bases da Geologia moderna por um grupo significativo de profissionais. Durante os últimos 150 anos, a Geologia de Engenharia difundiu-se para os diferentes países e algumas definições apareceram com alterações para adaptá-las às mudanças no conhecimento técnico-científico, envolvendo a Geologia, Engenharia Civil e de Minas, e as áreas de conhecimento interrelacionadas. Após 1990, adaptações ocorreram em relação aos problemas de ordem ambiental, quando do surgimento da Engenharia Ambiental. As definições apresentadas a seguir são consideradas as mais citadas e orientaram as associações e escolas dos diferentes países na formação dos profissionais.

Uma das mais antigas é a de Popov (1959), fundador da Soviet Engineering Geology, que definiu como a ciência que envolve todos os aspectos da geologia, em sentido amplo, tem importância no planejamento, projeto, construção e manutenção de estruturas de engenharia. Komarov (1996) modificou-a considerando algumas condições do meio natural, enquanto Sergeev (1978) acrescentou o ponto de vista de alguns aspectos das atividades humanas.

Dearman (1970) considera a Geologia de Engenharia como um braço da Geologia Aplicada particularmente à Engenharia Civil, relacionado ao projeto e construção e aos aspectos de comportamento de estruturas de engenharia quando instaladas no interior da Terra, assim como para a indústria extrativa incluindo abertura de pedreiras e de minas profundas. Apresenta relações com a Mecânica dos Solos e das Rochas, como também com as Ciências dos Materiais, entre outras. O autor também conceituou o profissional, a saber:

“An Engineering Geologist is, by this definition, an applied geologist. He must have two attributes, and these should be taken care of in his training; firstly a clear understanding of the science of geology, in that he must think like a geologist, and secondly he must have an appreciation of the requirements of the engineer and must be prepared to educate himself in the practice and principles of civil engineering.

It is worthwhile recalling that engineering geology has had a very long history, even

though in the last decade it has acquired a degree of sophistication and may now stand,

as has MINING GEOLOGY for a much longer time, as an independent subject”.

Recentemente, Baynes (2004) publicou um texto muito interessante sobre a visão de diversos profissionais sobre as responsabilidades de um geólogo de engenharia, intitulado “Generic responsibilities of engineering geologists in general practice”.

2 AEG (1970)

É definida como a disciplina de aplicação das informações geológicas, técnicas e princípios para o estudo de materiais geológicos (rochas, solos), fluidos em superfície e subsuperfície, a relação de materiais externos e os processos inseridos no ambiente geológico. Como também os fatores geológicos que afetam o planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de estruturas de engenharia e o desenvolvimento, proteção e remediação de águas subterrâneas.

Recentemente, o geólogo de engenharia passou a desenvolver suas atividades não somente em projetos relacionados à Engenharia Civil e à Mineração, mas também junto de planejadores territoriais e ambientais, arquitetos e outros profissionais envolvidos com o meio ambiente.

De acordo com a AEG, as principais atividades do Geólogo de Engenharia estão relacionadas com:

1. A investigação das condições de fundações para as grandes obras, como as barragens, pontes, aeroportos, grandes edifícios, torres e estações de bombeamento e energia.
2. Avaliação das condições geológicas ao longo de túneis, dutos, canais e estradas.
3. A exploração e implantação de áreas fontes de rochas, solos e sedimentos como materiais de construção.
4. Investigação e desenvolvimento de fontes de águas superficiais e subterrâneas, gestão de bacias, proteção e remediação de áreas com águas subterrâneas contaminadas, assim como de outros tipos de degradação.
5. Avaliação de eventos perigosos (hazards).

6. Avaliação das condições geológico-geotécnicas que afetam o uso e implantação de obras residenciais, comerciais e industriais.
7. Avaliação para fins de estabilidade de taludes, drenagens, melhoria dos materiais geológicos e escavabilidade.
8. Avaliação de áreas adequadas para disposição de resíduos, e proposição de formas de monitoramento, mitigação e tratamento de locais onde ocorreu disposição de maneira inadequada.
9. Atuação no planejamento territorial, avaliação de impactos ambientais, descomissionamento e recuperação de minas, planejamento de áreas de reflorestamento, seguros e investigações criminais.

Em 1970 a IAEG elaborou um conceito básico que não envolvia o aspecto ambiental e a IAEGE (1997) definiu como a ciência voltada à investigação, estudo e solução de problemas de engenharia e ambientais, os quais originaram da interação de aspectos da Geologia com obras e outras atividades humanas, como também a previsão e desenvolvimento de medidas de prevenção ou remediação de eventos perigosos de natureza geológica.

Durante alguns anos anteriores a 1950, as discussões sobre o profissional de Geologia de Engenharia eram comuns e principalmente motivadas por C. Berkey nos USA, e em 1950, Burwell e Roberts elaboraram texto com alguns pressupostos para o profissional, citados na íntegra, a seguir:

1) *"Obviously, the first requirement of the engineering geologist is that he shall be a competent*

geologist.Against this background of knowledge, he will discover the major geologic factors in advance of construction and recognize the more obscure minor details that so often exert a major influence on location, design and construction problems."

2) *"The second requirement is that he shall be able to translate his discoveries and deductions into terms of practical application. This qualification is not obtained as a result of better knowledge of geology, but of better knowledge of engineering."*

3) *"The third requirement is dual in character. It is the ability to render sound judgements and make important decisions.Sound judgment is a priceless faculty of the geologist who is frequently called on to make decisions without all the factual data necessary*

to guarantee the results. It is not always economically practicable to eliminate the element of uncertainty and not infrequently his advice has to be based on few and scattered evidences in the field."

4) *The fourth requirement relates to the temperamental make-up or personal qualities of the*

engineering geologist. "He should not be an alarmist. Neither faults, nor earthquakes, nor

cavernous limestones, nor pervious basalts, nor low water tables should deter him from

rationalizing the field evidences and proceeding to logical conclusions based on due consideration of both facts and influences."

Seguindo os pressupostos anteriores, outra definição do profissional de Geologia de Engenharia foi proposta pelo Executive Committee of the Division on Engineering Geology of the Geological Society of America, em 1951:

"A professional engineering geologist is a person who, by reason of his special knowledge of the geological sciences and the principles and methods of engineering analysis and design acquired by professional education or practical experience, is qualified to apply such special knowledge for the purpose of rendering professional services or accomplishing creative work such as consultation, investigation, planning, design or supervision of construction for the purpose of assuring that the geologic elements affecting the structures, works or projects are adequately treated by the responsible engineer".

Existem dezenas de trabalhos que podem ser consultados sobre as responsabilidades de um profissional da Geologia de Engenharia, tais como: Berkey (1929), Burwell & Roberts (1950), Moye (1966), Arnould (1970), Dearman (1971), Rawlings (1972), Stapledon (1982, 1983), AEG (1993), Fookes (1997), IAEG (1998), Baynes (1999), Morgenstern, (2000), Hungr (2001), AEG (2002), Knill (2002, 2003), Culshaw (2005), Hatheway et al. (2005) e GEOTECHNICAL ENGINEERING OFFICE (2007).

No Brasil a Geologia de Engenharia teve seu início (com atividades esporádicas) antes de 1950 em obras de engenharia específicas, mas o conhecimento foi mais fortemente aplicado e associado à expansão do número de profissionais a partir de 1960 com grandes obras de engenharia, principalmente as barragens.

3 SÉCULO XVIII/ XIX

Neste período, ocorreram algumas atividades que demonstravam o uso dos conhecimentos da Geologia de Engenharia, como o trabalho de John Strachey em 1725, que desenvolveu trabalhos na mina de Somerset (Inglaterra) e elaborou um conjunto de secções verticais para auxiliar no planejamento da abertura e escavação. E John Whitehurst apresentou trabalho semelhante para as minas de Derbyshire em 1778. James Hutton (Escócia) publicou, em 1795, o livro "Theory of the Earth", no qual fez a distinção dos 3 tipos rochosos conhecidos até os dias atuais, tornando-se um marco para a Geologia e, conseqüentemente, para a Geologia de Engenharia. Entre 1799 e 1815 William Smith desenvolveu diversos trabalhos na Inglaterra e elaborou um mapa geológico com o objetivo de orientar a implantação de canais (<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=8733>) considerado o primeiro Mapa Geotécnico e o surgimento do termo e da ciência Geologia de Engenharia. Em 1830 e 1833 surgiram dois trabalhos paralelos que reforçam a Geologia de Engenharia, sendo um a publicação de "Principles of Geology", por Charles Lyell e outro o livro "Treatise on road", por H.B. Parnell, o qual apresenta um grupo de condições dos materiais geológicos que devem ser consideradas para construção dos taludes em estradas. Ressalta-se que a maior coleção de textos técnicos sobre Geologia de Engenharia encontra-se nos arquivos da "Lyell collection", na British Library, Inglaterra. Dois trabalhos publicados nos USA são importantes: William W. Mather, em 1838, publicou trabalho sobre os escorregamentos rotacionais em lago na região de Cleveland e, em 1839, James Hall propôs uma Classificação para Escavação de Rochas, que foi aplicada na construção do Eire Canal. F. A. Fallou (Saxony) e, provavelmente entre 1870 e 1880, V.V. Dokuchaiev and N.M. Sibertsev (Russia) publicaram textos sobre Pedologia, trazendo idéias sobre o conceito de solo envolvendo aspectos de dinâmica e morfologia, entre outros, que perduram até a atualidade. Nesse mesmo período foram propostos os conceitos de erosão, assim como dos principais movimentos de massa gravitacionais, válidos até os dias atuais, e classificações foram propostas com bases, que são seguidas até a atualidade por novas proposições de classificações.

O ponto mais importante nesse período foi o lançamento do primeiro livro de Geologia de Engenharia em 1880 por W. H. Penning (Engineering Geology), com um conjunto de capítulos que retratavam os diferentes conhecimentos e etapas envolvidas em uma investigação de Geologia de Engenharia e um conjunto de aplicações. Esse livro teve seu início no ano de 1879 com a publicação de alguns artigos, que depois sofreram modificações e acréscimos, e o conjunto foi publicado na forma do livro.

Em 1890, um conjunto de trabalhos considerados pioneiros foi publicado por William O. Crosby (MIT), considerado o pai da Geologia de Engenharia nos USA, e James F. Kemp (Columbia) sobre a importância da relação entre aspectos de Geologia e os procedimentos construtivos de grandes obras de engenharia.

No Brasil, pode-se verificar em muitas das cidades históricas o uso do conhecimento da Geologia de Engenharia para o posicionamento dos principais edifícios, ruas e estradas. Esses aspectos podem ser visualizados de maneira mais concreta na cidade de Ouro Preto (MG), onde as ferrovias construídas estão posicionadas a uma distância segura das encostas, para evitar que os escorregamentos afetassem o seu funcionamento. Assim como as principais edificações (prédios públicos, igrejas, etc...) estão posicionados em lugares seguros até os dias atuais, mesmo com a intensificação da ocupação urbana implantada predominantemente de forma inadequada, se considerarmos os aspectos geológicos e geotécnicos. Situações semelhantes são observadas também em São João Del Rei, Tiradentes, Mariana, Angra dos Reis e Rio de Janeiro, entre outras. Por outro lado, depois de 1850, há registros de atividades envolvendo os conhecimentos de Geologia de Engenharia em obras de diversas ferrovias e túneis, assim como em obras de edificações.

4 SÉCULO XX

No decorrer desse século ocorreu a difusão mais ampla da Geologia de Engenharia, sendo possível definir alguns períodos temporais, tais como entre 1900 e 1950, quando ocorreu predominantemente nos países da América do Norte e na Europa, e após 1950 difundiu-se para os países da América Latina, África, Ásia e Oceania.

1900 – 1925

A avaliação posterior à ruptura da barragem de Austin (Texas – USA) em 1900 mostrou que a mesma ocorreu pela não consideração de informações de natureza geológica. A partir do final do século XIX, de 1897 até por volta de 1906, foram apresentadas por Woodward diversas versões do mapa do Subsolo de Londres, destinado a orientar o planejamento das obras de saneamento. Em 1906, D.W. Johnson (USA) publicou um texto sobre a aplicação da Geologia em diversas atividades humanas e estruturas de engenharia, e foi seguido em 1908 por trabalho de Charles Lapworth com os Princípios da Geologia de Engenharia na forma de duas Palestras no Institution of Civil Engineers (Imperial College), em Londres. O ensino de Geologia de Engenharia iniciou, em 1910, no Imperial College (Inglaterra) como disciplina regular. Em 1911, Charles Lapworth publicou textos sobre a Geologia Aplicada às barragens e R. F. Sorsbie publicou o livro “Geology for engineers”, que apresenta um conteúdo de Geologia de Engenharia bastante avançado para a época. Nesta mesma época, entre 1907 e 1915, Albert Einstein está desenvolvendo a Teoria Geral da Relatividade!

Durante o ano de 1913 ocorreu o lançamento do texto “Mineral Deposits (Engineering geology practice)” e em Langen (Alemanha), em uma Exposição Técnica de Construção, foi apresentado um conjunto de mapas e textos considerados iniciais do Mapeamento Geotécnico. Os textos trouxeram pontos de vistas que afetaram os atuais quanto ao conteúdo e representação espacial, denominados de cartas para apoio ao desenvolvimento das cidades de Erfurt, Frankfurt, Danzig.

O ano de 1914 foi um marco significativo, já que foi publicado o segundo livro de Geologia de Engenharia (Engineering Geology) por Ries e Watson, ganhando uma nova versão em 1921, denominada “Elements of Engineering Geology”. Em 1919, L.V. Pirsson lançou um documento intitulado “Rock Classification for Engineering” e Josef Stini (Áustria) publicou “Technische Geologie” (Geologia de Engenharia) em 1922. Ambos são trabalhos de referência para a época e tem importância na história da geologia de Engenharia. No período entre 1920 e 1930 foi publicado na Rússia um conjunto de cartas para apoio à construção do canal

entre o Mar Branco e o Mar Báltico e ao Projeto de irrigação na Margem direita do Volga.

No Brasil, nesse período, ocorreu a construção de diversas obras de engenharia como túneis, ferrovias e barragens. Segundo Vargas (1985), os primeiros documentos sobre Geologia de Engenharia no Brasil datam de 1907, sobre a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil.

1925 – 1950

Em 1925, K. Terzaghi publicou o livro de Mecânica dos Solos – “Erdbaumechnik auf bodenphysikalischer Grundlage”. No ano de 1926, é publicado na Ex-Checoslováquia um conjunto de cartas geotécnicas para apoio ao desenvolvimento da cidade de Praga, e em 1928 teve início o primeiro curso de Geologia de Engenharia na Columbia University, e nesta época Charles Berkey trabalha como o primeiro geólogo de engenharia na USBR.

Em 1928, ocorreu a ruptura da barragem de St. Francis, na Califórnia (USA), que matou mais de 450 pessoas e provocou prejuízos superiores a 9 milhões de dólares. Esse desastre acelerou a implantação da Geologia de Engenharia nos USA, tendo como expoente Charles Berkey. No mesmo período, Quido Zaruba, na ex-Tchecoslováquia, e Popov, na Rússia, desenvolviam a Geologia de Engenharia no leste europeu. No decorrer do ano de 1929 é lançado outro livro de Geologia de Engenharia por Redlich, Terzaghi e Kampe e K. Terzaghi publica o texto “Effect of minor geological details on the safety of dams”, considerado por muitos profissionais como um trabalho clássico. M. Lugeon, em 1933, publicou “Barrages et Géologie”. Em 1934, é apresentado o primeiro mapa geotécnico para uma grande região da Rússia que trouxe uma nova visão sobre a técnica e propiciou a orientação de outros trabalhos semelhantes em diversos países. C.S. Fox, em 1935, publica o livro “A Comprehensive Treatise on Engineering Geology”, e em 1936 ocorre o First International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Entre 1939 e 1943 foram publicados dois livros: “Geology and Engineering” por Legget e Boswell e “Geology for Engineer”, por Blyth.

Em 1947, ocorreu a publicação do livro de Hans Cloos, intitulado “Conversation with the Earth”, com a tradução para o inglês em 1953, o

qual aborda aspectos sobre o comportamento dos materiais geológicos que constituem a Terra, e o uso de modelos em escala para o entendimento de falhas, e também no mesmo ano K. Zebera propôs o Método das Bandas para representação em 3D, e ainda George A. Kiersch criou a Engineering Geology Division as the first operating division of the Geological Society of America, e também K. Terzaghi publicou o livro *Engineering Geology*. Em 1950, dois eventos marcantes foram o lançamento do livro "Técnicas para a elaboração de Cartas Geotécnicas" por Popov (Rússia), e o Berkeley Volume intitulado *Application of Geology to Engineering Practices* (Geological Society), em homenagem a Charles Berkey, por S. Paige, sendo este um dos mais significativos compêndios sobre a atividade do profissional de Geologia de Engenharia.

1950 – 1970

No ano de 1951 surge a primeira conceitualização do profissional de Geologia de Engenharia pelo Executive Committee of the Division on Engineering Geology of the Geological Society of America. Em 1955 John Russell Schultz publicou o livro "Geology in Engineering", que teve muitas edições até o final da década de 1980, e até a atualidade é uma referência bibliográfica importante na formação profissional. Em 1957 surge o primeiro curso de pós-graduação em Geologia de Engenharia no Imperial College (Londres-Inglaterra) liderado por John Knill, aberto para geólogos e engenheiros, e no Brasil surgem os primeiros cursos de Geologia nas UFRGS, USP, UFRJ, UFPE e UFOP. A base da Association of Engineering Geologists (AEG) foi criada nos USA, e também ocorreu o lançamento do livro "Principles of Engineering Geology and Geotechnics" por Krynine e Judd, abordando a relação entre a Geologia de Engenharia e a Geotecnia.

No ano de 1967, ocorreu a fundação da Association of Engineering Geology (AEG) com o objetivo de atingir todos os estados americanos e traçar as diretrizes técnicas e éticas do profissional de Geologia de Engenharia. Nos anos 1960 tem a atuação, na Europa leste, do profissional Milan Matula, um dos dez mais importantes geólogos de engenharia, pois atuou em quase todas as frentes da Geologia de Engenharia. Em 1962, é lançado

por R.F. Legget o livro "Geology and Engineering". No Brasil está em construção a barragem de Barra Bonita, e é publicado o Decreto da Profissão de Geólogo. Em 1963, dois pioneiros publicam o livro "Engineering Geology", e em 1964 surge o embrião da International Association of Engineering Geology (IAEG) tendo como objetivos básicos agregar profissionais de diferentes países e tentar homogeneizar os procedimentos técnicos, assim como o grupo de Geologia de Engenharia da Geological Society. Um texto sobre a tragédia de Vaiont foi publicado por G.A. Kiersch (1965), intitulado "The Vaiont Tragedy: geologic causes and engineering implications". Em 1967, ocorreu o First Congress of the International Society of Rock Mechanics, e entre 1968 e 1969 foram publicados pelo CSIRO (Austrália) diversos trabalhos relacionados à Geologia de Engenharia. Milan Matula publicou o texto intitulado "Regional Engineering Geology of Czechoslovak Carpathians", que trouxe uma nova visão de trabalhos de Geologia de Engenharia para grandes extensões territoriais. Em 1968 também ocorreu o 23rd International Geological Congress na cidade de Praga e a primeira assembleia geral da IAEG. Nesse congresso, foi apresentado um número significativo de trabalhos relativos à Geologia de Engenharia, principalmente de mapeamento geotécnico.

No Brasil, entre 1950 e 1970 diversos núcleos de Geologia de Engenharia são iniciados principalmente nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais com a implantação de grandes obras de engenharia e mineração. Haberlener foi contratado em 1956 para trabalhar com hidrelétricas. Em continuidade, foi trabalhar como professor da UFRJ e publicou, em 1966, o trabalho denominado *Princípios de Mapeamento Geotécnico* (primeiro trabalho de Mapeamento Geotécnico no Brasil), assim como um relatório para o CNPQ sobre as encostas da cidade do Rio de Janeiro (junto com um grupo de profissionais). Heine (1966) publicou o texto *Levantamento Geotécnico do Estado da Guanabara*. O ensino de Geologia de Engenharia na UFRJ foi iniciado em 1967 como uma subárea de Pós-Graduação em 1968. Nesse período, a Geologia de Engenharia era desenvolvida no IPT, São Paulo, na Seção de Geologia Aplicada fundada em 1955, onde trabalhava Ernesto Pichler. Em 1968, surgiu a Associação Paulista de

Geologia Aplicada que, junto com outros grupos, dá as bases da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e a 1ª Semana de Geologia Aplicada foi realizada em 1969. R. Glossop fez uma apresentação, em 1969, sobre o tema “Engineering geology and soil mechanics”, que é um texto interessante para o entendimento da relação das duas áreas de conhecimento.

Nesse período, vale a lembrança de alguns profissionais que desenvolviam atividades profissionais, como homenagem a todos os geólogos de engenharia, tais como: Murilo Dondici Ruiz, Milton Kanji, Fernando Pires de Camargo, Guido Guidicini, Fernão Paes de Barros, Luiz Ferreira Vaz, Alfredo José Simon Bjorberg, Nivaldo Chiossi, Ronaldo Simões Lopes de Azambuja, Josué Alves Barroso, Sergio Brito, Antonio Manuel de Oliveira e outros.

1970 - 1980

Nessa década, a Geologia de Engenharia sofreu uma grande expansão, atingindo praticamente todos os países. No ano de 1970, houve a realização, em Paris, do 1º International Congress of Engineering Geology, que tem uma grande importância, pois foram apresentados trabalhos de centenas de países, e até os dias atuais muitos são consultados para a orientação de atividades profissionais e de pesquisa. Em 1970, também foi lançado o Bulletin of the International Association of Engineering Geology, e o primeiro número trouxe texto de M. Arnould sobre a “International Association of Engineering Geology, History-Activity”, com os estatutos e outras informações, assim como trabalhos sobre o estágio da Geologia de Engenharia em alguns países. Entre 1971 e 1972 foram realizadas as 2ª, 3ª e 4ª Semana de Geologia Aplicada Associação Paulista de Geologia Aplicada. Fred O. Jones publicou, em 1973, um estudo feito sobre os escorregamentos do Rio de Janeiro e da Serra das Araras (associação entre o DNPM e a Agency for International development - USA), abordando um histórico dos processos; assim como uma análise geral dos condicionantes e de outros aspectos antrópicos envolvidos (Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras Escarpment, Brazil). O ano de 1974 foi um dos anos mais importante para a Geologia de Engenharia no Brasil, pois foi realizado, na cidade

de São Paulo, o 2nd International Congress of Engineering Geology, organizado pela ABGE e IAEG; e ao se consultar os anais verifica-se o quanto foi intenso o desenvolvimento da profissão e a expansão do conhecimento no Brasil entre 1960 e 1974. No período entre 1974 e 1976, foi criada a primeira Comissão da IAEG (Engineering Geological Mapping Commission - IAEGE), e ocorreu a publicação do texto “The logic of engineering geological and related maps: A discussion of the definition and classification of map units, with special references to problems presented by maps intended for uses in civil engineering” por Varnes. Esse texto trouxe novos aspectos que vieram a ser incorporados nos trabalhos de mapeamento geotécnico. Em 1975 foi realizado o 1º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e iniciaram-se as obras da Barragem de Itaipu. Em 1976, foi criado o curso de pós-graduação em Geotecnia na Escola de Engenharia de São Carlos (USP), que reuniu os esforços dos membros do Departamento de Geotecnia e o Setor de Geologia de Engenharia do IPT. Durante o ano de 1978 foi realizado, em Madrid, o 3º International Congress of Engineering Geology com temática central com um número significativo de trabalhos e seguindo a mesma distribuição do ocorrido em São Paulo. No mesmo ano, o 2º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia ocorreu na cidade de São Paulo, com um conjunto de trabalhos predominantemente relacionados a obras de engenharia e também o trabalho de Prandini e outros autores relativo aos Morros de Santos e São Vicente que tornou-se um referencial no Brasil em termos de Geologia Aplicada às áreas urbanas.

Em 1970, a Geological Society of London publicou um texto intitulado “The logging of rock cores for engineering purposes” (elaborado por J. L. Knill, C. R. Cratchley, K. R. Early, R. W. Gallois, J. D. Humphreys, J. Newbery, D. G. Price e R. G. Thurrell) que passou por uma revisão em 1977, caracterizado como um texto fundamental para Geologia de Engenharia.

Em 1979, ocorreram duas reuniões coordenadas pela IAEG o “Engineering Geological Mapping Symposium, Newcastle upon Tyne” que pode ser considerado um dos dez melhores conjuntos de trabalhos sobre mapeamento geotécnico, e uma proposta da Commission Engineering Geological Mapping (IAEG) sobre classificação de

rochas e solos (Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping. Part 1: Rock and Soil Materials).

1980 – 1990

No início da década, a ABGE realizou o 3º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia na cidade de Itapema (SC), com intensa apresentação de trabalhos relacionados às obras realizadas entre 1960 e 1970, assim como em realização e em projeto. Em 1982, a IAEG realizou o 4th International Congress of Engineering Geology, na cidade de New Delhi, e a Geological Society of London publica o texto “Land Surface Evaluation for Engineering Practice (Report by a Working Party)” com orientações e procedimentos que auxiliaram o desenvolvimento do mapeamento geotécnico em muitos países. O 4º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia ocorreu na cidade de Belo Horizonte (MG) com temática e trabalhos na mesma direção que o anterior, e o 5th International Congress of Engineering Geology (IAEG) foi em Buenos Ayres, sempre mantendo o objetivo da IAEG da difusão da Geologia de Engenharia nos diferentes países.

Em 1981, a AEG (USA) publicou a primeira edição do Professional Practice Handbook (<http://www.aegweb.org/files/public/aegpph.pdf>), que se caracteriza como um texto fundamental não somente para os geólogos de engenharia americanos, mas para brasileiros e de outros países. Esse texto ainda é pouco conhecido no meio técnico brasileiro. Esse congresso encerrou uma fase da Geologia de Engenharia no Brasil e deu início a outra, com uma diversidade maior de trabalhos.

Em 1987, no 5º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, em São Paulo, foi apresentado um grupo de trabalhos sobre a Geologia de Engenharia em termos de evolução, perspectivas e as necessidades de desenvolvimento.

Em 1990, a IAEG realiza o seu 6th International Congress of Engineering Geology, em Amsterdan, e foi o evento com a menor participação de brasileiros entre todos os congressos da IAEG. Por outro lado, a ABGE e a ABMS buscaram a realização conjunta de eventos e realizaram, em Salvador, o 6º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e o Congresso Brasileiro de Mecânica

de Solos e Fundações na cidade de Salvador (BA). O 1º Simpósio Latino-Americano sobre Riscos Geológicos Urbanos ocorreu em São Paulo (SP) embalado principalmente pela declaração pela ONU da Década Internacional de Redução de Riscos.

Nesse período, surgem os recursos computacionais que propiciam o tratamento das informações de maneira mais consistentes, assim como o uso de modelos matemáticos e possibilitam a maior eficiência de técnicas, como as geofísicas e de monitoramento.

1990 – 2000

No ano de 1991 ocorreu um evento e a publicação do texto “The heritage of Engineering Geology: The First hundred years” por G.A.Kiersch, que constitui um dos mais completos textos sobre a evolução da Geologia de Engenharia, no caso para o USA. No mesmo ano, a publicação do livro “Engineering Geological Mapping”, por Darman, sintetizou um conjunto de conhecimentos sobre o mapeamento geotécnico, principalmente da Inglaterra, e alguns trabalhos clássicos.

Em 1993, ocorreu em São Paulo, o 1º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e na cidade de Poços de Caldas (MG) ocorreu o 7º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, onde houve diversas mesas redondas e debates sobre temática variada dentro da Geologia de Engenharia e áreas afins. Maciel Filho publicou a primeira versão do livro Geologia de Engenharia em 1994, e ocorreu em Lisboa o 7th International Congress of Engineering Geology, com a maior participação de brasileiros, sem contar o realizado em São Paulo, em 1974. Em 1996, ocorre o 8º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, na cidade do Rio de Janeiro, e confirma-se o processo de mudanças iniciado em 1990, com predomínio de trabalhos com enfoque ambiental. No ano de 1996, a ABGE desenvolveu um projeto junto com o CNPQ/PADCT sobre o diagnóstico da sub-área de Geologia de Engenharia envolvendo as escolas e os profissionais.

Ainda no ano de 1996 ocorreu uma reunião técnico-científica sobre incertezas nos ambientes geológicos (Uncertainty in the Geologic Environment: From Theory to Practice), que discutiu com profundidade a importância da avaliação das incertezas nos projetos ambientais e geotécnicos.

Em 1997, Maciel Filho lança uma nova versão do livro com o título *Geologia de Engenharia* e Peter Fookes proferiu a palestra como *First Glossop Lecture*, com o título “*Geology for engineers: the geological model, prediction and performance*”, que trata das relações entre as informações geológicas e as obras de engenharia, e discutiu diversos aspectos conceituais sobre os diferentes temas que são considerados dentro do campo da Geologia e Geotecnia. A Geologia de Engenharia completava 30 anos na UFRJ e um relato muito especial foi elaborado por Barroso e Cabral sobre a área de conhecimento, relatando os aspectos de implantação e das atividades até então desenvolvidas. Em 1998, realizou-se em Vancouver (Canadá) o 8th International Congress of Engineering Geology, e partir de então a IAEG passou a ser denominada International Association of Engineering Geology and the Environment (IAEGE) e o Engineering Geology Group (US Department of the Interior – Bureau of Reclamation) lança em edição limitada o Engineering Geology Field Manual (<http://www.usbr.gov/pmts/geology/geoman.html>), que é um texto pouco conhecido pelo meio técnico brasileiro, de excelente qualidade. No final da década, a ABGE realizou o 9^o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia na cidade de São Pedro (SP), onde a maioria dos trabalhos foi com temáticas ambientais.

No ano de 2000, ocorreu na Austrália um evento técnico-científico envolvendo a IAEGE International Association of Rock Mechanics (ISRM) e International Soil Mechanics and Foundation Engineering (ISMEF), que discutiram a reunião das três áreas básicas da Geotecnia em função do termo “*Common Ground*”. Neste, foi proferida uma palestra por Morgenstern sob o título de “*Common Ground*” e também outra por Fookes, Baynes e Hutchinson sobre o tema “*Total Geological History: A model approach to the anticipation, observation and understanding of site conditions*”. Ambas são muito interessantes para os profissionais de Geologia de Engenharia e da Geotecnia de maneira geral.

Para a Geologia de Engenharia no Brasil, nessa década, ocorreram alguns fatos marcantes e importantes:

1. A CPRM, o Instituto Geológico (SP) e a Mineropar (PR) fortaleceram a área dentro das

respectivas instituições, incluindo a contratação de profissionais e/ou treinamento de técnicos,

2. Diversos grupos (SP, RJ, PR, SC, RS, PE, MG) passaram a atuar no âmbito dos Desastres Naturais, principalmente movimentos de massa gravitacionais e inundações,
3. Houve um aumento do oferecimento de disciplinas com conteúdo de Geologia de Engenharia nos cursos de graduação de Geologia, Engenharia Civil, de Minas e Ambiental,
4. Os Sistemas Geográficos de Informações (SIG) tornam-se comuns e permitem a disposição de dados espaciais de forma mais dinâmica. Consequentemente, trazem ganhos positivos aos profissionais, pois permitem uma análise e interpretação mais efetiva dos dados, por outro lado, há os negativos, como a preocupação somente estética dos trabalhos, o que tem levado a trabalhos (científicos e profissionais) sem conteúdo técnico, o que passa aos novos profissionais a idéia de que a Geologia de Engenharia é somente um aspecto de estética dos documentos cartográficos, e
5. Os programas de pós-graduação com linhas temáticas de Geologia de Engenharia tem um crescimento acentuado em programas relacionados às Geociências, Engenharia Civil e de Minas. No final da década existiam no Brasil cerca de 20 programas em instituições federais, estaduais e privadas, principalmente nos estados de SP, RJ, MG, RS, PR, PE, BRASILIA e BA.

A partir do início desta década há uma participação de um número significativo de profissionais nos trabalhos envolvendo aspectos ambientais, chegando a atingir mais da metade dos profissionais em muitos países, e conseqüentemente ocorreu a adoção do termo Ambiente nas denominações da IAEG e de grande parte das associações nacionais.

2000 – 2011

Nessa década, a ABGE implementou as comissões de cartografia geotécnica, riscos, erosão, geofísica, recursos hídricos, temas gerais e resíduos, e o Banco de Dados de Cartografia Geotécnica

e Geoambiental, que conta atualmente cerca de 1000 trabalhos cadastrados.

A IAEGE realizou, em 2002, o 9th International Congress of Engineering Geology, em Durban (África do Sul), com a temática central Geologia de Engenharia para os países em desenvolvimento. Knill (2002) realizou a palestra The First Hans-Cloos Lecture - Core Values for Engineering Geology, que levou a IAEGE a realizar debates sobre o tema e, em 2004, publicou no IAEG News (Vol 32, No 1, 2004), um conjunto de tópicos considerados como Core Values:

1. Site specific engineering geological descriptions (local or project related) of stratigraphy, structure, groundwater, processes, and the related engineering or environmental performance.

2. Universal engineering geological syntheses (applicable throughout the world) of properties, parameters, engineering performance of geological materials or processes, soil/rock/water systems, environmental systems, especially inhomogeneous and/or fractured materials and/or active processes.

3. Investigation and characterization methods, surface and subsurface field techniques especially to investigate and describe spatial variability, capabilities and limitations of investigation techniques.

4. Engineering geological models as representations of site specific and anticipated engineering geological conditions, preparation protocols, metadata requirements, descriptions of geological uncertainty, visualization of models, methods of transforming into ground engineering models, use of models for risk management and geohazard engineering

5. Management and communication of engineering geological information, reporting, engineering geological terminology, defensible reporting standards, codes of practice, communication with endusers, education and training.

A ABGE realizou o 10^o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia em 2002 na cidade de Ouro Preto (MG), com a apresentação de um número significativo de trabalhos associados às atividades de mineração.

Em 2005, a AEG passa a ser denominada oficialmente Association of Environmental & Engineering Geologists, incorporando em suas orientações aspectos da Geologia Ambiental e, assim, as duas maiores associações passam a considerar

a Geologia de Engenharia como parte da solução dos problemas ambientais.

Proske, Vlcko, Rosenbaum, Dorn, Culshaw, Marker (Report of IAEG Commission 1 Engineering Geology Mapping) publicaram o texto "Special purpose mapping for waste disposal system", que trata de tema frequente nas publicações e atividades profissionais envolvendo a seleção e caracterização de áreas para disposição de resíduos. M.G. Culshaw publicou o texto "From concept towards reality: developing the attributed 3D geological model of the shallow subsurface", que aborda tema fundamental para o entendimento da variabilidade espacial dos materiais geológicos e estruturas geológicas, e que ganhou nova força, nessa década, devido aos avanços das técnicas computacionais. No Brasil, ocorreu o 11^o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, na cidade de Florianópolis (SC), e foi mantida a tendência de trabalhos com enfoques ambientais,

Em 2006, foi realizado em Newcastle (Inglaterra) o 10th International Congress of Engineering Geology and the Environment, com o tema central Geologia de Engenharia para as cidades do futuro, e algumas publicações trouxeram novas idéias e debates. A publicação de H. Bock denominada "Common ground in engineering geology, soil mechanics and rock mechanics: past, present and future" aponta caminhos futuros que podem ser seguidos pelas três disciplinas básicas da Geotecnia. Chacón, Irigaray, Fernández e El Hamdouni, também em 2006, publicam artigo com o título "Engineering geology maps: landslide and geographical information systems (Report to the Commission 1 on Engineering Geology Maps, IAEGE)" caracterizando-se como uma síntese bem completa do tema. Em 2008, a ABGE realizou o 12^o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, em Pernambuco, na cidade de Porto de Galinhas, e houve um predomínio de trabalhos com enfoques ambientais e, por outro lado, os aspectos de Geologia de Engenharia em boa parte deles não foram considerados como é esperado para trabalhos dessa natureza. Em 2009, a Geological Society of London publica um livro especial (Editado por M G Culshaw, H J Reeves, I Jefferson and T Spink) que tem por título "Engineering Geology for Tomorrow's Cities", com textos elaborados por diversos autores sobre as

bases e o futuro da Geologia de Engenharia, com visões para diferentes países. O 11th International Congress of Engineering Geology and the Environment (IAEGE) realizou-se em Auckland (Nova Zelândia), abordando predominantemente temas relativos aos eventos perigosos (hazard), riscos e sobre o futuro da Geologia de Engenharia como uma ciência de aplicação. A ABGE realiza, em 2011, o 13^o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, na cidade de São Paulo, com o lançamento da Revista REGEA (Revista de Geologia de Engenharia e Ambiental) e um conjunto de simpósios concomitantes.

Dentre todos os aspectos que a Geologia de Engenharia debateu nestes últimos 10 anos dois predominaram, sendo as avaliações de INCERTEZAS (Uncertainty) na previsão de eventos perigosos e riscos associados, sejam relacionados às obras de engenharia, recuperação e prognósticos de problemas ambientais ou processos naturais e as análises em 3D/4D models.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fundamental a Geologia de Engenharia manter a IDENTIDADE que a caracteriza como uma área de conhecimento fim e não meio!!!

O desenvolvimento da Geologia de Engenharia depende da qualidade da formação profissional (graduação e pós-graduação) e da ética dos profissionais no desenvolvimento das suas atividades!!

Em trabalho desenvolvido por Hatheway et al. (2005), a demanda na Europa e Estados Unidos para geólogos de engenharia bem qualificados é muito grande, porém, as escolas que são responsáveis pela formação desses profissionais estão em declínio por diversos fatores, dentre eles a falta de financiamento das pesquisas. Essa situação também é válida para o caso do Brasil, e principalmente junto aos cursos de graduação em Geologia.

De acordo com Knill (2002), a Geologia de Engenharia, para ser bem sucedida deve demonstrar um equilíbrio entre um entendimento de alta qualidade da geologia e a adequada apreciação para fins de engenharia e ambientais de tal maneira que a informação relevante seja considerada.

Desde o início 1968/1970 a ABGE já realizou mais de uma centena de eventos técnico-científicos de caráter nacional, como os Congressos Bra-

sileiros de Geologia de Engenharia, simpósios de erosão, resíduos, riscos, cartografia geotécnica e geoambiental. Assim como alguns eventos de ordem internacional, como o congresso da IAEG, Simpósio Latino-Americano de Riscos, entre outros.

As disciplinas de Geologia de Engenharia oferecidas em cursos de Geologia ainda são secundárias em muitos cursos, oferecidas como optativas, em um único semestre e, às vezes, com conteúdo fora do contexto necessário ao desenvolvimento profissional. Por outro lado, existem disciplinas oferecidas para cursos de Engenharia Civil, de Minas e Ambiental com conteúdo adequado e por profissionais muito competentes, levando a uma situação onde em curto espaço de tempo, em se mantendo as condições atuais, deve modificar o perfil do profissional no mercado.

Atualmente, em mais de 100 países existem periódicos específicos para publicação de artigos sobre a evolução do conhecimento técnico-científico no país, como também por avanços nas técnicas de investigação e no desenvolvimento de novos equipamentos e procedimentos. Em termos internacionais, vale destacar os periódicos: Engineering Geology (publicado pela Elsevier), Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology (publicado pelo Engineering Group da Geological Society of London), Bulletin of Engineering Geology and Environment (publicado pela Springer), Geotechnical and Geological Engineering (publicado pela Springer), Review in Engineering Geology (publicado pela Geological Society of America), Italian Journal of Engineering Geology and Environment (publicado pela "La Sapienza" Publishing House da University of Rome "La Sapienza"), Journal of the Japan Society of Engineering Geology (publicado pela Japan Society of Engineering Geology), Hydrogeology and Engineering Geology (Founded in 1957, is in charge of Land and Resources, China Geological Environmental Monitoring Institute), Journal of Engineering Geology (AD of Publication: China), Australian Geomechanics (Published for the Australian Geomechanics Society by the Institution of Engineers, Australia), Australian Journal of Earth Sciences (An International Geoscience Journal of the Geological Society of Australia),

Em termos de livros, é possível encontrá-los na maioria dos países mantendo características

regionais quanto à língua e/ou conteúdo. Entretanto, há um grupo que pode ser considerado de caráter internacional e que deve fazer parte da vida de um profissional da área de Geologia de Engenharia durante a sua formação, principalmente durante os cursos de graduação e pós-graduação, a saber:

Attewell, P. B. & Farmer, I. W. (1976) Principles of Engineering Geology. Chapman & Hall, London.

Bell F.G. (1983). Fundamentals of Engineering Geology. Butterworths.

Bell F. G. (2004) Engineering Geology and Construction. Spon Press.

Bell F.G. Basic Environmental and Engineering Geology.

Blyth F.G.H. & Freitas, M.H. (1984). A Geology for Engineers. Edward Arnold.

Desio A. (1985) Geologia applicata all'ingegneria. Ulrico Hoepli, 3ª ed. Milano.

Duncan N. (1969) Engineering Geology and Rock Mechanics. Leonard Hill, London.

Gonzalez de Vallejo L., Ferrer M. (2011) Geological Engineering. CRC Press.

Goodman R.E. (1993) Engineering Geology - rock in engineering construction. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Krynine D.P. & Judd, W.R. (1957) Principles of engineering geology and geotechnics. McGraw-Hill Book Company, (New York, New York), 730 p.

Legget R.F. (1962) Geology and Engineering. McGraw-Hill.

Legget R.F. & Karrow P.F. (1983) Handbook of Geology in Civil Engineering. McGraw-Hill.

McLean A. C. & Gribble C.D. (1995) Geology for Civil Engineers. E & F N Spon, London.

Price D. G. (2009) Engineering Geology Principles and Practice. Freitas, Michael de (Ed.) 450 p. 182 illus. Springer.

Rahn P.H. (1986) Engineering Geology - An Environmental Approach. Elsevier.

Gokhale K. V. G. K. (2006) Principles of Engineering Geology. B. S. Publications.

González de Vallejo, L.I., Ferre, M., Ortuño, L. e Oteo, C. (2002) Ingeniería Geológica, Pearson Educación, Madrid, p. 744.

Peng S., Zhang J. (2007) Engineering Geology for Underground Rocks

Goodman, R.E. (1993) Engineering Geology: Rock in Engineering Construction

Prentice J. (1991) E. Geology of Construction Materials.

Legget R.F.; 1962. Geology and Engineering. McGraw-Hill.

Legget R.F. & Karrow, P.F.; 1983. Handbook of Geology in Civil Engineering. McGraw-Hill.

Schultz J. R. (1955) Geology in engineering. New York. Wiley.

Waltam T. (2009). Foundations of Engineering Geology. Taylor & Francis.

BIBLIOGRAFIA

AEG (1993). Professional Practice Handbook, 3rd Edition, Special Publication No.5 (eds) Brown & Proctor first edition, Hoose S.N. 3rd edition.

AEG (2002). AEG News, Association of Engineering Geologists, Vol. 45, Annual Report and Directory, p 18.

Anon (1999). "Time to Investigate". Ground Engineering, magazine of British Geotechnical Society, Vol.32, No.11, pp 52-54.

- Anon. (2002). Key Issues in Earth Sciences: Vol. 1: Mapping in Engineering Geology. Geological Society Publishing House, London. Compiled by Griffiths, J., 294p.
- Anon. (2003). Code of Conduct, Geological Society of London, www.geolsoc.org.uk.
- Arnould M., (1970). The International Association of Engineering Geology, History-Activity. Bulletin of the I.A.E.G. Vol. 1: pp 22-28.
- Barroso J. A. & Cabral S. (1997) 30 anos de Geologia de Engenharia na UFRJ: Visões do Passado e do Futuro. Anuário do Instituto de Geociências, vol. 20, PP. 163 - 174.
- Baynes F. J. (1999), Engineering Geological Knowledge and Quality, Proceedings of the Eight Australia New Zealand Conference on Geomechanics, Volume 1 Hobart, Institution of Engineers Australia, pp 227 - 234.
- Baynes F. J. (2004) Generic responsibilities of engineering geologists in general practice. IEGE News, Volume 32, n°1.
- (<http://iaeg.info.dnnmax.com/portals/0/Content/Commissions/Comm26/Baynes%20paper.pdf>)
- Berkey C.P. (1929). Responsibilities of the geologist in engineering projects. Tech. Publs. Am. Inst. Min. Metall. Engrs., No. 215, pp 4-9, quoted and cited in Henkel (1982).
- Burwell E.B. & Roberts G.D. (1950). The geologist in the engineering organization. Application of Geology to Engineering Practice, (ed). S. Paige, Geological Society of America, pp 1-10.
- Bock H. (2006) Common ground in engineering geology, soil mechanics and rock mechanics: past, present and future. Bull Eng Geol Env N° 65: 209-216.
- Cloos H. (1954). Conversation with the Earth. Routledge and Kegan Paul, 409 pp.
- CNPQ (1967) O movimento de encosta no Estado da Guanabara e regiões Circunvizinhas. Relatório da Comissão de especialistas, CNPQ/Presidência da República.
- Culshaw M.G. (2005). From concept towards reality: developing the attributed 3D geological model of the shallow subsurface. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 38, 231-284.
- Dearman W.R. (1971). Introductory statement to regional meeting of the Engineering Group of the Geological Society Dublin. Q. Jl Eng. Geol Vol. 4, No.3, pp 187-190.
- Fell R (1995). Geotechnical education, Australian Geomechanics. No 27, pp 26-28.
- Fookes P.G. (1997), Geology for Engineers, the Geological Model, Prediction and Performance - Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 30: pp 293-424.
- Fookes P.G., Baynes F.J. & Hutchinson J.H., (2000). Total Geological History: A Model Approach to the Anticipation, Observation and Understanding of Site Conditions, International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, Melbourne, Australia Technomic, Vol.1, pp 370-460.
- Fookes P.G., Baynes F.J. & Hutchinson J.H. (2001). Total geological history: a model approach to understanding site conditions, Ground Engineering, Magazine of British Geotechnical Society Vol.34, No 3, pp 42-47.
- Jones F. O. (1973) Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras escarpment, Brazil. Professional paper Geological Survey (U.S.), no. 697, p.43.
- Glossop R. (1969) Engineering geology and soil mechanics: Address by Retiring Chairman of the Engineering Group of The Geological Society. Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 2, No. 1. 1-5.
- Geotechnical Engineering Office (2007) Engineering Geological Practice in Hong Kong. GEO PUBLICATION No. 1/2007 (http://www.cedd.gov.hk/eng/publications/geo/doc/pub_1_2007_a.pdf). Hong Kong.
- Hall J. (1839) Classification of "Slate rock and shale," Erie Canal Locks Construction, Lockport,

- New York: New York. Geological Survey Annual Report, p.287-339.
- Hamel J.V. & Adams W.R. (2000). Engineering geology for the new millennium: stick with the basics, to be published in a special issue of Journal of Nepal Geological Society, 27p.
- Hatheway A.W. (1998). Engineering geology and the environment. 8th International Congress of I.A.E.G., Vancouver, Canada, 21-25 September, Vol. IV, pp 2269-2277.
- Hatheway A. W., Kanaori Y., Cheema T., Griffiths J. & Promma K. (2005). 10th annual report on the international status of engineering geology – year 2004-2005; encompassing hydrogeology, environmental geology and the applied geosciences. Engineering Geology 81 (2005) 99-130.
- Henkel D.J. (1982). Geology, geomorphology and geotechnics. Geotechnique, Vol. 32, No. 3 pp 175-194.
- Hoek E. & Palmieri A. (1998). Geotechnical risks on large civil engineering projects. 8th International Congress of I.A.E.G., Vancouver, Canada, 21-25 September, Vol.1, pp 79-88.
- Hungr O. (2001). Task force on the promotion of geological engineering and engineering geology in Canada: preliminary report, Geotechnical News, BiTech Publishers Ltd, Vancouver, Vol. 19: pp 60-61.
- IAEG (1998), Frontispiece, Bulletin of engineering geology and the environment, Vol. 57 No. 1.
- James L.B. & Kiersch, G.A. (1991). Failures of engineering works. The Heritage of Engineering Geology; The First Hundred Years, Geological Society of American, Centennial Special Vol. 3, pp 481-516.
- Judd W.R., (1967). Geotechnical Communication Problems; Alex L. du Toit Memorial Lectures No.10. The Geological Society South Africa, annexure to Vol. 70, 45p.
- Kiersch G.A. (1991). "The heritage of engineering geology; Changes through time". The Heritage of Engineering Geology; The First Hundred Years, ed. by G.A. Kiersch, Centennial Special Volume 3, Geological Society of America, p. 1-50.
- Kiersch G.A. & James L.B. (1991). Errors of geological judgment and the impact on engineering works. The Heritage of Engineering Geology; The First Hundred Years, Geological Society of American, Centennial Special, Vol.3, pp 517-558.
- Knill J. L., Cratchley C. R., Early K. R., Gallois R. W., Humphreys J. D., Newbery J., Price D. G. & Thurrell R. G. (1970) Geological Society Engineering Group Working Party report on the logging of rock cores for engineering purposes. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* December 1970, v. 3:1-24.
- Knill J. (2002). Core Values: The First Hans-Cloos Lecture. Proceedings of 9th International Congress of the IAEG, Durban, South Africa, 16-20 September. (eds.) van Rooy J.L. & Jermy C.A, South African Institute of Engineering and Environmental Geologists.
- Lapworth H. (1907 - 1908) The principles of engineering geology. (two lectures to the students of the institution in session 1907-8). Minutes of the Proceedings, Volume 173, Issue 1908, pages 298 -327.
- Lapworth H. (1911). "The geology of dam trenches". Transaction Association of Water Engineers, Vol. 16, p. 25.
- Lugeon M. (1933). Barrages et Géologie. Librairie de l'Université, F. Kouge et Cie, Lausanne.
- Morgenstern N.R. (2000). Common Ground - International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, Melbourne, Australia Technomic, Vol. 1, pp 1-30.
- Moye D.G., (1966). Engineering geology. paper presented to Symposium on undergraduate geological training, A.N.U. Canberra quoted and cited in Stapledon (1982).
- Müller-Salzburg L. (1976). Geology and engineering geology. Reflections on the occasion of the 25th anniversary of the death of Hans Cloos. Bulletin of the IAEG, N° 13, pp 35-36.

- Paige S. (1950). "Application of Geology to Engineering Practice". *The Berkey Volume*. Geological Society of America.
- Ries H. & Watson T. L. (1914) *Engineering geology*, 1st ed., 5th ed., 1936: New York, John Wiley and Sons, 679 p.
- Rawlings G.E. (1972). The role of the Engineering Geologist during construction. *Q.Jl Engng Geol.* Vol. 4, pp 209-220.
- Redlich K, Terzaghi K & Kampe R (1929) *Ingenieurgeologie*. Springer, Wien, p 708.
- Rengers N., Hack R., Huisman M., Slob S. & Zigterman W. (2002). Information Technology Applied to Engineering Geology. 9th International Congress of I.A.E.G., South Africa, 16-20 September, (eds) van Rooy J.L. & Jermy C.A. pp 83-105, South African Institute of Engineering and Environmental Geologists.
- Ruiz M.D. (1987) A evolução da Geologia de Engenharia no Brasil e suas Perspectivas. Conferencia Especial, %o CBGE, Anais, Vol. 2, São Paulo, SP.
- Slosson J.E, Williams J.W., & Cronin V.S., (1991). Current and future difficulties in the practice of engineering geology. *Engineering Geology* Vol. 30, part 3, pp 3-12.
- Stapledon D.H. (1982). Subsurface engineering - in search of a rational approach. *Australian Geomechanics News*, Vol. 4, pp 26 - 33.
- Stapledon D.H. (1983). Towards Successful Waterworks, *Proceedings Symposium for Dams and Canals*, Alexandra, Institution of Professional Engineers, New Zealand, pp 1.3 - 1.15.
- Stapledon D. (1986). Let's Keep the "Geo" in Geomechanics. *Specialty Geomechanics Symposium*, Adelaide, 18-19 August 1986, pp 18-31.
- Stapledon D.H. (1996). Keeping the "Geo"; Why and How, the John Jaeger Memorial Address, *Proceedings of the Seventh Australia New Zealand Conference on Geomechanics*, Adelaide, South Australia, Jaksá, Kaggwa & Cameron (eds), Institution of Engineers, Australia, Canberra, pp3-18.
- Vargas M (1985) Origem e desenvolvimento da Geotecnologia no Brasil. *Quipu*, Vol. 2.
- Zaruba Q. and Mencl, V. (1963). "Engineering Geology". Elsevier, Amsterdam.
- Zaruba Q. (1970). Engineering geology, some experiences and considerations. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, No. 1, p. 15-21.
- Zebera K. (1947). *Geologie in der regionalen planung*. Geotechnica, vol. 4, Praha.
- Zekkos D. Athanasopoulos G., Athanasopoulos A. & Manousakis J. (2006) elements of engineering geology and geotechnical engineering in the homeric poems. *International Symposium "Science and Technology in Homeric Epics"*, Ancient Olympia, Greece.

