

O ENSINO DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DO BRASIL

CARLOS LEITE MACIEL FILHO

Professor aposentado da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. carlos.macielfilho@gmail.com

NILSON GANDOLFI

Professor aposentado da EESC/USP, São Carlos, SP, Brasil. ngandolfi@uol.com.br

RESUMO ABSTRACT

O presente estudo tem como objetivo discutir o ensino de geologia de engenharia para engenheiros civis, em nível de graduação. Uma síntese histórica da geologia de engenharia no Brasil e no mundo fundamenta o que hoje é ensinado. Há muitos programas em uso nas escolas de engenharia, não havendo uniformidade nem no conteúdo, nem na sua conexão com outras disciplinas correlatas. A medida que esta ciência se consolida e se define, principalmente pelo trabalho da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, maior uniformidade está sendo alcançada. Efeitos positivos deste ensino são observados na formação de novos engenheiros.

Palavras chaves: Geologia de Engenharia, Ensino, Engenharia Civil

ENGINEERING GEOLOGY TEACHING IN THE CIVIL ENGINEERING COURSES OF BRAZIL

This study aims at discussing the teaching of engineering geology for civil engineers at the undergraduate level. A brief history of engineering geology in Brazil and worldwide founded what today is taught. There are many programs in use in schools of engineering, there is no uniformity in content nor in its connection with other related disciplines. As this science if consolidates and sets, primarily for the work of the Brazilian Association of Engineering Geology and Environment, greater consistency is being achieved. Positive effects of this teaching are observed in training new engineers.

Keywords: Engineering Geology, Teaching, Civil Engineering

INTRODUÇÃO

O ensino de geologia de engenharia nas escolas de engenharia no Brasil ainda não alcançou a tradição e uniformidade que outras disciplinas apresentam. Certa uniformidade é desejável para que o currículo apresentado pelo engenheiro civil tenha um significado real. Pelo trabalho realizado pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE há uma tendência a certa uniformização de conteúdo. Por outro lado, deve-se entender que uma disciplina ou matéria lecionada não é estática; ela deve absorver e sintetizar os avanços da ciência.

Este texto apresenta temas para reflexão e melhoria deste ensino.

A TRADIÇÃO DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA NO BRASIL

Há duas vertentes do que hoje chamamos de geologia de engenharia: uma através das escolas de engenharia, outra através das escolas de geologia.

Segundo Vargas (in Ruiz, 1987) os primeiros documentos existentes de geologia aplicada às obras de engenharia datam de 1907, são de autoria do Eng^o Miguel Arrojado Lisboa e se referem ao prolongamento da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil. Coube também a Arrojado Lisboa a criação, em 1909, do Centro de Pesquisas Geológicas da Inspetoria de Obras Contra Secas, onde juntamente com geólogos americanos efetuou inúmeros estudos geológicos para locais de barragens no Nordeste.

Em 1937, em São Paulo, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, foi criada a Seção de Geologia e Petrografia, sob a chefia do Eng^o Moraes Rego, e em 1955 a Seção de Geologia Aplicada, sob a chefia do Eng. Ernesto Pichler, substituído em, 1960 pelo Eng. Murilo Ruiz. Segundo este autor, nessa época, trabalhavam em Geologia de Engenharia: Eng^o Ernesto Pichler (IPT-SP), Eng^o Job S. Nogami (DER-SP), Eng^o José Carlos Rodrigues (EDUSP-SP), Geol. Portland P. Fox (LIGHT AND POWER - RJ), Geol. John Cabrera (LIGHT AND POWER - RJ), Eng^o Francisco Xavier Pires da Rocha (ITERGS - RS), Eng^o Arthur Wentz Schneider (UFRGS - RS), Prof. H. Haberlehner (SERVIX ENGENHARIA - RJ), Geol. Luciano Jacques de Moraes (TECNOSOLO) e esporadicamente Otávio Barbosa (RJ) e Geol. Paiva Neto (SP). Nas palavras de Ruiz (1987), “a partir de então a Geologia de Engenharia cresce de maneira espantosa não somente pelo próprio crescimento vertiginoso do Brasil nas décadas de 60 e 70 mas também pelo entusiasmo dos técnicos que pouco a pouco se juntavam ao grupo inicial”.

Em 1957 foram criados os primeiros cursos de Geologia no Brasil nas cidades de Porto Alegre, São Paulo, Ouro Preto e Recife, baseados em propostas de Viktor Leinz, geólogo, alemão de nascença e radicado em São Paulo, e Walter Link, geólogo americano coordenador das pesquisas da Petrobrás (Pinto, 2010). Em 1960 são diplomados os primeiros geólogos formados no Brasil, em Porto Alegre, São Paulo e Ouro Preto. A disciplina de Geologia Aplicada em Porto Alegre, ministrada por Francisco X.P. da Rocha já mencionado, incluía, na realidade, mecânica dos solos, fundações e geologia de engenharia propriamente.

Antes mesmo da criação dos cursos de geologia no Brasil havia a disciplina de Geologia Aplicada lecionada, por exemplo, no Curso de Engenharia da UFRGS, por Atos P. Cordeiro. Na Escola de Engenharia de São Carlos da USP, desde 1953 era ministrada a disciplina Mineralogia e Geologia que, em 1963 passou a Geologia Geral (1 semestre) e Geologia Aplicada (1 semestre) (Gandolfi et al., 1978). Disciplinas de geologia eram ministradas nos cursos de Engenharia de Minas, em maior profundidade que nos outros cursos de engenharia, nos cursos de História Natural, de Agronomia e de Geografia.

A GEOLOGIA DE ENGENHARIA EM NÍVEL INTERNACIONAL

Karl Terzaghi é considerado o pai da mecânica dos solos. Conforme Vargas (1983), em 1925 ele publicou o livro “*Erbaumechnik auf Bodenphysikalischer Grundlage*”, depois publicado nos Estados Unidos em oito artigos sob o título geral “*Principles of Soil Mechanics*”. De 1925 a 1929 ele lecionou no MIT, Massachusetts Institute of Technology -MIT, tendo como assistente Arthur Casagrande. De 1930 a 1938 Terzaghi lecionou em Viena. Em 1936, Arthur Casagrande organizou a primeira Conferência Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações em Harvard. Em 1938 Terzaghi voltou aos Estados Unidos para lecionar Geologia Aplicada na Harvard Graduate School of Engineering onde permaneceu até sua aposentadoria em 1956. Em 1947 ministrou seis aulas de Geologia Aplicada na Escola Politécnica da USP.

Costa Nunes (1983) relata que um ponto enfático nos ensinamentos de Terzaghi eram as feições geológicas inclusive nos pormenores. Em numerosos casos históricos, a origem dos problemas são as feições geológicas e também guia das soluções. A geometria do modelo geotécnico vem da Geologia.

Como pode ser visto, Geologia Aplicada ou Geologia de Engenharia e Mecânica dos Solos desenvolveram-se juntas. As escolas de engenharia, no entanto, se aprofundaram mais na mecânica dos solos e em fundações. No Brasil, geólogos com maior profundidade nesta ciência, em colaboração com engenheiros, passaram a completar os conhecimentos em geotecnia.

A partir da década de 1950 desenvolve-se a Mecânica das Rochas para compor o quadro da geotecnia.

FASES DO DESENVOLVIMENTO

Langer (1990) admite três fases no desenvolvimento da geologia de engenharia. Em 1874 introduziu-se o termo geologia de engenharia na Áustria. Na primeira fase, as pesquisas e tomadas de posição eram puramente geológicas. No Brasil esta fase perdurou alguns anos após a II Grande Guerra. Os programas de ensino seguiam esta

orientação geral, a de posições puramente geológicas.

A segunda fase desenvolve-se após a II Grande Guerra. Engenheiros projetistas e consultores constataram a necessidade de mais informações para estabelecer a correlação entre a geologia e a edificação. Formaram-se equipes envolvendo geólogos, mecanicistas de solos e de rochas, trabalhando junto com engenheiros projetistas e construtores, com o objetivo de segurança, rentabilidade e inovação técnica em construção, tanto na superfície como no subsolo (Langer, 1990).

A construção de grandes barragens sobre derrames basálticos pouco conhecidos, como Jupia e Ilha Solteira, os trabalhos do IPT, a Associação Paulista de Geologia Aplicada - APGA a qual deu origem a ABGE, marcam esta fase no Brasil. Os trabalhos de geologia dedicam-se à viabilidade e eficiência dos projetos. Os programas de ensino de geologia aplicada ou geologia de engenharia passam a mostrar a importância das feições geológicas em cada tipo de obra além do conhecimento básico da geologia. Procura-se também, nesta disciplina, assimilar a linguagem da engenharia.

Na terceira fase, acrescentou-se uma preocupação ambiental. Por isso, a Associação Internacional de Geologia de Engenharia - IAEG na Assembléia Geral de 1980, propôs que todos os "experts" do domínio da Geologia de Engenharia, por ocasião da concepção e da construção de obras, tenham toda a sua atenção voltada não somente a sua viabilidade e a sua eficácia, mas também na mesma medida, à salvaguarda do meio ambiente e a sua utilização judiciosa; e assim fazendo, que se esforcem para estabelecer previsões quantitativas sobre as conseqüências das atividades humanas e de processos naturais sobre o meio ambiente geológico, como também em termos de espaço, de tempo, de modo e de intensidade. Esta fase é o resultado, em parte, do desenvolvimento da técnica e da tecnologia industrial modernas, em parte, da tomada de consciência crescente dos problemas ambientais pela sociedade. O que fazemos agora influencia de forma poderosa a vida de milhões de homens atualmente e no futuro. Daí decorre um princípio de responsabilidade. A geologia de engenharia moderna deve aceitar esta responsabilidade (Langer, 1990).

Por isso a ABGE, bem ora usando a sigla que a identifica, passou a se chamar Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. Esta fase que estamos vivendo é marcada pelos licenciamentos ambientais além dos estudos de viabilidade e eficácia. Os programas de geologia de engenharia além das características da segunda fase iniciam uma orientação sobre os impactos ambientais que as obras podem causar. O surgimento recente da Engenharia Ambiental deverá gerar uma divisão de tarefas entre engenheiros civis e ambientais.

CONCEITO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA

Após 20 anos de atuação, a IAEG propôs uma conceituação mais abrangente para a área de atuação da geologia de engenharia, com base nas atuações dos profissionais e nas necessidades da sociedade em relação ao meio físico, em termos de orientar a ocupação, preservar o meio ambiente e propiciar o desenvolvimento equilibrado de uma região.

Assim, geologia de engenharia é uma ciência dedicada à investigação, ao estudo e à solução de problemas de engenharia e meio ambiente, decorrentes da interação entre a ciência da Terra e os trabalhos e atividades do homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos.

A geologia de engenharia se aplica não só à engenharia civil, mas também à engenharia de minas no tange a escavações a céu aberto e em sub-superfície e estabilidade de taludes, bem como à engenharia ambiental no que tange a disposição de resíduos e gestão ambiental. O livro "Geologia de Engenharia" editado pela ABGE, já citado, traz capítulos que contemplam esses interesses.

PROFESSORES E ALUNOS DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA

Os professores de geologia de engenharia são, em geral, geólogos, engenheiros civis ou engenheiros de minas. Aos geólogos faltam conhecimentos da engenharia, principalmente de mecânica dos solos, fundações, obras de terra, projetos de engenharia, linguagem do engenheiro. Este profissional deverá se especializar em algum curso de

mestrado ou doutorado na área. Aos engenheiros civis faltam conhecimentos mais aprofundados dos processos geológicos, rochas, estruturas geológicas e a linguagem da geologia para entender mapas, relatórios e problemas de geologia que influenciam as obras civis. Aos engenheiros de minas, embora tenham mais conhecimentos geológicos que os civis, também necessitam algum aprofundamento dos processos geológicos e objetivos da engenharia civil. Em 1977, no Departamento de Geotecnia, da Escola de Engenharia de São Carlos/USP, foi ministrado, em nível de especialização, o “Curso de Geologia para Engenheiros Civis”, em convênio com a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - ABENGE e patrocínio do Deptº de Assuntos Universitário/MEC, para preparação de docentes. Disso resultou a publicação “Manual de Geologia para Engenheiros Civis” (Gandolfi, Paraguassu e Rodrigues (1977)). Ainda com essa preocupação de qualificar docentes, na mesma Escola, começou suas atividades, em 1977, o Curso de Pós-Graduação em Geotecnia (Mestrado e Doutorado) envolvendo os três campos da geotecnia (Mecânica dos Solos, Mecânica das Rochas e Geologia de Engenharia).

Além desta preparação, todo o professor de geologia de engenharia necessitará se atualizar constantemente. Os conhecimentos nesta área e principalmente as técnicas e equipamentos disponíveis crescem rapidamente. Por isso, o livro “Introdução à geologia de engenharia” (Maciel Filho, 1994) que contava com apenas um autor, na quarta edição passou a contar com mais um em atividade atualmente (Maciel Filho e Nummer, 2011). Necessita também esse professor estar ligado à sociedade científica da área, no caso, a ABGE, sendo conveniente a realização de trabalhos de geólogos junto com engenheiros para conhecimento do linguajar e de obras.

No passado recente, os ingressantes nos cursos de engenharia civil no País possuíam poucos conhecimentos de ciências da Terra o que dificultava muito o ensino de geologia nesses cursos. Atualmente, esse problema vem sendo superado pela inclusão adequada de temas relativos às ciências da Terra, como conteúdo, nas disciplinas de ciências no ensino médio. Além disso, com o crescente desenvolvimento da mídia eletrônica, tem se tornado comum a apresentação de vídeos

e mesmo programas específicos, todos muito bem ilustrados, que envolvem os problemas relativos à Terra, de forma interessante, clara e objetiva. Não há dúvida que o conhecimento dos fenômenos da natureza e suas implicações nas obras civis aguça a curiosidade e leva os alunos a buscar as necessárias explicações. Caso falte esse conhecimento prévio, o ensino da geologia para engenheiros civis fica bastante dificultado.

TEXTOS BÁSICOS

A organização dos programas de geologia de engenharia nas diversas universidades do País contou com uma influência externa e interna.

Do exterior um livro que foi um marco na década de 1960 foi o de Krynine e Judd, *Principles of engineering geology and geotechnics*, traduzido pela Omega para o espanhol em 1961. Como um subtítulo os autores explicitam o conteúdo como: “Geologia, mecânica dos solos e das rochas e outras ciências geológicas empregadas na engenharia civil”, mostrando a ligação dessas disciplinas.

No Brasil, o primeiro livro de geologia de engenharia foi o de Chiossi (1971) “Geologia aplicada à engenharia” onde apresenta os conceitos básicos de geologia que o engenheiro precisa conhecer e aplicações principalmente em barragens e túneis, resultantes, em grande parte, de sua experiência profissional.

A Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo publicou uma série de livros relativos ao tema. São eles: “Geologia para Engenheiros Civis na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo”, de Gandolfi, Paraguassu e Bjornberg (1975); “Curso Prático de Geologia Geral”, de Paraguassu, Gandolfi e Landim(1974), completando a publicação anterior; “Ensaio de Laboratório em Geologia” de Gandolfi, Paraguassu, Rodrigues, Marino e Mattiello (1975), “Manual de Geologia para Engenheiros Civis”, de Gandolfi, Paraguassu e Rodrigues(1977); Geologia para Engenheiros Civis” de Gandolfi, Bjornberg, Paraguassu e Rodrigues (1996).

Em 1994, é publicada pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a 1ª edição de “Introdução à geologia de engenharia” (Maciel Filho, 1994).

Em 1998, a ABGE publica um texto extremamente abrangente intitulado “Geologia de Engenharia”, organizado por Oliveira e Brito (1998), com a participação de 68 autores e 12 consultores, abarcando todos os campos de atuação da geologia de engenharia. Este passa a ser um marco da geologia de engenharia no Brasil. Em 2002, essa Associação publicou “Tecnologia de rochas na construção civil” (Frazão, 2002) e, em 2009, publicou “Geologia de engenharia conceitos método e prática” (Santos, 2009).

A ORGANIZAÇÃO DO PROGRAMA DA DISCIPLINA

A posição da disciplina no currículo do curso de engenharia civil é importante para adequar o conteúdo que será ministrado. Nos cursos que conhecemos, a geologia de engenharia, aparecendo com diversos nomes, como geologia geral, geologia aplicada, antecipa a mecânica dos solos, materiais de construção, construção civil, infra-estrutura de transportes, fundações, obras de terra. É conveniente que seja mantida uma seqüência não interrompida. Nos casos em que a geologia de engenharia não é seguida no semestre seguinte por mecânica dos solos, os alunos perdem a ligação entre as duas com prejuízo do ensino.

Em alguns cursos são ministrados dois semestres, um com geologia geral, outro com geologia aplicada. O conteúdo de geologia de engenharia é suficientemente extenso para ocupar dois semestres. Por outro lado, a experiência mostrou que uma ciência básica ministrada sem uma interface com o objetivo do curso não atrai o interesse dos alunos os quais passam a não dar importância para a matéria e não conseguem assimilá-la. É conveniente, portanto, apresentar os capítulos básicos e mostrar, na seqüência, a sua aplicação em engenharia.

Quando os alunos que chegam à sala de aula sem nenhum conhecimento básico geológico, essa disciplina necessita apresentar um conteúdo sobre geologia básica, sem estender demais, pois a carga horária não será suficiente, e o mínimo necessário para o engenheiro entender a influência que o meio físico não biótico terá sobre as obras de engenharia. Com este intuito, é conveniente que o professor acentue o que é necessário que

o engenheiro saiba e o que ele deve solicitar a outro profissional, no caso, o geólogo. Esse conhecimento básico deve estar ligado às aplicações na profissão do engenheiro, pois conhecimentos geológicos não aplicáveis dispersam a atenção e o interesse pela matéria.

Como os alunos não têm o hábito de observar a natureza, é conveniente a apresentação de muitas ilustrações, exemplos e exercícios práticos.

Como na terceira fase do desenvolvimento da geologia de engenharia foi acrescentada uma preocupação ambiental, não basta mostrar a busca pela eficiência das construções, é necessário também mostrar seus impactos ambientais. É importante o engenheiro entender os diversos ambientes geológicos para avaliar os impactos sobre eles. Estes impactos podem ser classificados em necessários e não necessários, embora o limite entre os dois seja difícil de ser estabelecido. Mas certamente, entre os não necessários e que devem ser diligentemente evitados estão os desastres nas obras de engenharia civil, as obras não acabadas que já causaram o impacto mas não trouxeram nenhum benefício, as obras com curta vida útil ou sob constantes reparos e exigentes de novos materiais e energia. Estes exemplos mostram uma ligação direta entre a eficiência do trabalho construtivo, buscado desde os primórdios da geologia de engenharia, e a preservação ambiental buscada hoje.

Nos cursos em que há duas disciplinas semestrais de geologia (Geologia Geral e Geologia Aplicada) seria ideal ministrar a aplicada no último ano, abordando com mais eficiência os problemas de geologia nas obras de engenharia civil. Essa foi uma experiência bem sucedida no Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos/USP e que trouxe grande interesse e aproveitamento por parte dos alunos (Gandolfi et al., 1978).

OBJETIVOS E TÓPICOS DO PROGRAMA DE GEOLOGIA PARA ENGENHEIROS CIVIS

Os objetivos da geologia de engenharia no curso de engenharia civil são: interpretar a linguagem e os métodos geológicos; conhecer a influência da geologia no projeto, construção e conservação de obras de engenharia civil bem como o impacto dessas obras de engenharia no ambiente geológico.

Para atingir estes objetivos são necessários conhecimentos básicos da natureza, os quais, sempre que possível, devem ser acompanhados de referências a influências em obras. O livro "Geologia de Engenharia" já citado traz capítulos sobre a Terra em transformação, minerais e rochas, solos (2 capítulos), Geologia do Brasil, maciços rochosos (3 capítulos), processos da dinâmica superficial desdobrado em clima, relevo, águas de superfície, águas de sub-superfície. Sobre os trabalhos de geologia propriamente apresenta métodos de investigação, informática, cartas de geologia de engenharia, risco geológico. Enfocando diretamente obras de engenharia civil há capítulos sobre fundações, barragens, rodovias, túneis (obras subterrâneas civis), obras marítimas, canais, linhas de transmissão e dutovias. Temas que interessam a vários tipos de obras são contemplados com capítulos sobre áreas urbanas e controle da erosão urbana, estabilidade de taludes, escavações e tratamento de maciços naturais.

De maneira geral, as experiências trazidas são de grandes obras. Há necessidade de a geologia de engenharia se voltar também para pequenas obras.

Os tópicos mais comuns nos programas de geologia para engenheiros civis podem ser elencados com os seguintes títulos: minerais formadores de rochas; rochas, suas origens, classificação, identificação, propriedades físicas, químicas e mecânicas, aplicações na engenharia civil; previsão de alterações ao longo do tempo e influências nas obras; descontinuidades e estruturas dos maciços rochosos; água de sub-superfície e sua influência na engenharia civil; solos, sua formação, classificação e posição nos maciços; geomorfologia e dinâmica da superfície terrestre, erosões, movimentos de massa e estabilidade de encostas; investigação geológica de superfície, de sub-superfície e geofísica; unidades estratigráficas, mapas geológicos e geotécnicos; condicionantes geológicos e determinação dos parâmetros a serem considerados na análise de estabilidade de obras viárias, de fundações, de barragens, de túneis, de canais, de obras portuárias, de pontes e de outras obras.

Aulas práticas podem se dedicar ao reconhecimento macroscópico de rochas mais comumente

utilizadas na construção civil, antecedidas por uma apresentação dos principais minerais formadores de rochas, além de exercícios envolvendo mapas topográficos, geológicos, perfis geológicos e diagrama de igual área (para posterior uso em mecânica das rochas). Um texto indicado é "Curso prático de geologia geral" (Paraguassu, Gandolfi, e Landim". Completam as aulas práticas os ensaios em laboratório para avaliação de rochas na forma de agregados graudos e miudos, como por exemplo, Abrasão Los Angeles, Impacto Treton, Carga Pontual, Frasco de Chapman etc., conforme o texto "Ensaio de Laboratório em Geologia" (Gandolfi et al., 1975). Entre as aulas práticas são indispensáveis os trabalhos de campo.

O ensino de geologia para engenheiros civis nos cursos de graduação é complementado com disciplinas optativas que enfocam questões mais específicas como, por exemplo, Fotointerpretação, Ensaio de Laboratório em Geologia, Mecânica das Rochas, Sedimentologia (Gandolfi et al., 1978).

CONCLUSÕES

A experiência imprimiu uma filosofia bastante objetiva ao ensino de geologia para engenheiros. Não se pretende que o futuro engenheiro seja um geólogo ou realize atividades que são da competência deste, mas sim que esteja capacitado a contatar em nível adequado de compreensão com o geólogo, sabendo como e quando requisitar seus serviços profissionais. Para tanto, o engenheiro deve adquirir um mínimo de raciocínio geológico.

O homem tornou-se a força geológica durável e dominante; sua atuação sobre a natureza tornou-se comparável aos processos geológicos do passado; o domínio desses processos é incerto. Geólogos de engenharia conscientes colocam-se no grupo de geocientistas que reconhecem este perigo e estão dispostos em participar do seu controle e domínio.

Engenharia é a ciência da transformação. A engenharia civil promove a transformação da natureza pela apropriação dessa natureza e pela sua recreação. A geologia de engenharia é a geociência aplicada à serviço da transformação da natureza, utilizando métodos geocientíficos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as contribuições advindas de Andrea V. Nummer, professora de geologia de engenharia na UFSM, José Mario Doley Soares, coordenador do Curso de Engenharia Civil da UFSM, Cesar Burkert Bastos, representante da ABGE no Rio Grande do Sul e professor no Curso de Engenharia Civil da Universidade de Rio Grande, Antenor Braga Paraguassu e José Eduardo Rodrigues, professores aposentados do Departamento de Geotecnia, da Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

BIBLIOGRAFIA

- Chiossi Nivaldo J. 1971 *Geologia aplicada à engenharia*. Grêmio Politécnico USP, São Paulo 231 p.
- Costa Nunes A.J. 1983 - Fundamentos da geotecnia segundo Terzaghi. In: ABMS - *Karl Terzaghi aspectos de sua vida e de sua obra.*: ABMS, São Paulo, p. II-1 a II-6.
- Frazão, Ely B. 2002 *Tecnologia de Rochas na construção civil*. ABGE, São Paulo. 132 p.
- Gandolfi, N., Paraguassu, A.B., Bjornberg, A.J.S. 1975. *Geologia para engenheiros civis na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo*. Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos/SP.
- Gandolfi N, Paraguassu A.B., Bjornberg A.J.S., Nogueira J.B., Rodrigues J.E. 1978. A experiência de 25 anos de ensino de geologia para engenheiros na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 2, *Anais V. 3*, São Paulo, p.73-79.
- Gandolfi N., Bjornberg A.J.S.; Paraguassu A.B., Rodrigues, J.E. .1996. "Geologia Para Engenheiros". Escola de Engenharia de São Carlos/ USP, v. 01 e 02. São Carlos/SP. 270 p.
- Gandolfi N., Paraguassu A.B., Rodrigues J.E.. 1977. *Manual de Geologia para Engenheiros Civis*. Escola de Engenharia de São Carlos - USP. Publicação ABENGE/MEC. São Carlos/SP. 255 p.
- Gandolfi, N., Paraguassu A.B., Rodrigues J.E., Marino L., Matiello F. 1975 *Ensaio de laboratório em geologia*. Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos.
- Krynine D. & Judd W.R. 1961. *Principios de geologia y geotecnia para ingenieros*. Barcelona: Omega, 829 p.
- Langer M. 1990. La géologie de l'ingénieur aujourd'hui: exigences et réalités. *Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de L'Ingénieur*, Paris, n.42, p. 123-126,
- Maciel Filho, C.L. 1994. *Introdução à geologia de engenharia*. UFSM - CPRM, Santa Maria/RS - Brasília/DF. 284 p
- Maciel Filho C.L. & Nummer A.V. 2011. *Introdução à geologia de engenharia*. 4ª ed. UFSM, Santa Maria/RS. 392 p.
- Oliveira A.M.S., Brito S.N.A. (Editores). 1998. *Geologia de engenharia*. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. São Paulo. 589 p.
- Paraguassu A.B., Gandolfi N., Landim P.M.B. -1974. "Curso Prático de Geologia Geral", Publicação 080/91 - Reimpressão - Escola de Engenharia de São Carlos/USP.. 103 p.
- Pinto I.D. 2010. Apresentação. In: Hanke, A.K. *50 anos formandos em geologia 1960*. Porto Alegre..
- Ruiz M.D. 1987. A evolução da geologia de engenharia no Brasil e suas perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA.. São Paulo. *Anais...* São Paulo. V.3. p.29-46.
- Santos, Álvaro R. 2009 *Geologia de engenharia conceitos método e prática*. ABGE, São Paulo. 208 p.
- Vargas M. - 1983. Karl Terzaghi e o Brasil. In: ABMS *Karl Terzaghi: aspectos de sua vida e de sua obra*. Rio de Janeiro: ABMS. P. I-1 a I-8.

