

GEOLOGIA DE ENGENHARIA: EVOLUÇÃO NO BRASIL

Álvaro Rodrigues dos Santos ¹

Resumo – A Geologia de Engenharia brasileira desenvolveu-se basicamente fora do contexto acadêmico, devendo esse desenvolvimento em grande parte a esforços autodidatas de seus profissionais. Em seu início no país, desde os anos 50, a GE brasileira sofreu grande influência dos paradigmas técnicos da Engenharia Geotécnica, o que a levou a priorizar o esforço de medição de parâmetros geotécnicos. A partir de meados da década de 70, ganha espaço na GE brasileira a tendência em resgatá-la para o campo dos paradigmas e métodos da Geologia, guindando-a a um patamar disciplinarmente mais personalizado e tecnicamente mais resolutivo e influente para as decisões de engenharia. Tem esse trabalho o objetivo de registrar as diferenças desses dois períodos, 1950/1970 e 1970/dias atuais, destacando suas características distintivas e seus aspectos mais importantes.

Abstract – Brazilian Engineering Geology developed basically outside the academic context, and this development is largely due to the self-taught efforts of its professionals. When it first began in the country, in the 1950s, Brazilian GE was greatly influenced by the technical paradigms of Geotechnical Engineering, which led it to prioritize the effort of measuring geotechnical parameters. From the mid-1970s onwards, the tendency to bring it back to the field of Geology paradigms and methods gained ground in Brazilian GE, elevating it to a more personalized disciplinary level that was technically more decisive and influential for engineering decisions. This work aims to record the differences between these two periods, 1950/1970 and 1970/present day, highlighting their distinctive characteristics and their most important aspects.

Palavras-Chave – Geologia de Engenharia, Engenharia Geotécnica, Geologia, Evolução histórica

¹ Geol., Diretor-presidente da ARS Geologia Ltda; ex-pesquisador Sênior do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Brasil, santosalvaro@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

Esse texto foi grandemente facilitado pelos excelentes relatos feitos por Milton Vargas (“O início da Geologia de Engenharia em São Paulo”), Murillo Dondici Ruiz (“Evolução da Geologia de Engenharia no período 1956 – 1970”) e Luiz Ferreira Vaz (“Os geólogos e Geologia de Engenharia na década de 60”) no histórico livro ABGE 30 ANOS, lançado em 1996 pela ABGE em comemoração aos 30 anos de fundação da entidade.

Nesse artigo fazemos referências sucintas aos relatos contidos no 30 ANOS e nos concentramos na evolução da GE brasileira a partir dos anos 1970.

2. A GEOLOGIA DE ENGENHARIA BRASILEIRA ATÉ OS ANOS 1970

Vargas (1985) destaca os relatos do Engenheiro Miguel Arrojado Lisboa sobre as obras de prolongamento da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, em 1907, como o primeiro registro documental da utilização da Geologia em apoio a obras de engenharia no Brasil.

Antes e após esse evento, Vargas (1985) e Ruiz (1987) consideram a possibilidade real de outras contribuições equivalentes da Geologia, mas sem recuperação documental, e destacam como grande marco histórico a criação, em 1937, da Seção de Geologia e Petrografia no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, sob a chefia do Engenheiro Luis Flores de Moraes Rego, e já em 1938, com o nome de Seção de Geologia e Minas, sob a chefia de Tharcisio Damy de Souza Santos; ambos, aliás, autores do histórico Boletim nº 18 do IPT Contribuições para o Estudo dos Granitos da Serra da Cantareira, em colaboração com os então assistentes-alunos Fernando Flávio Marques de Almeida e Ernesto Pichler, que tanto viriam, respectivamente, marcar a história da Geologia e da Geologia Aplicada no país. A esse grupo pertencia também, como assistente-aluno, o Prof. Milton Vargas, que tanto viria a marcar o desenvolvimento da Geotecnia brasileira.

Foi, no entanto, com os trabalhos práticos intensivos e a produção bibliográfica de Ernesto Pichler, nas décadas de 40 e 50, que a Geologia Aplicada brasileira foi pela primeira vez disciplinarmente individualizada.

Fato de grande destaque foi a visita de Terzaghi ao Brasil, contratado pela Light para a solução de graves problemas geotécnicos ocorrentes na Serra do Mar. Milton Vargas registra a enorme contribuição de Terzaghi à valorização da Geologia de Engenharia durante seu período no Brasil,

Nas décadas de 60 e 70, já com a então Seção de Geologia Aplicada do IPT sob o dinâmico e prospectivo comando do Engenheiro Murillo Dondici Ruiz, ex-assistente-aluno de Pichler, a Geologia de Engenharia brasileira, respondendo à implantação de grandes e diferenciadas obras de infra-estrutura, observou um espetacular desenvolvimento, dando efetiva e reconhecida colaboração para alçar a Engenharia Geotécnica brasileira ao nível da melhor engenharia internacional, com soluções avançadas e aplicadas às características fisiográficas e socioeconômicas do país e de suas diferentes regiões.

Nessa fase, o exercício da GE no Brasil, contando com o precioso aporte da consultoria e ensinamentos de formidáveis geotecnologistas do exterior, Casagrande, Terzaghi, Fox, Cabrera, Deere..., foi naturalmente e fortemente influenciado pelo ritmo das inúmeras grandes obras em implantação em todo o país, e pelos paradigmas técnicos da Engenharia Geotécnica, o que a levou a priorizar o esforço de parametrização geotécnica. Desta fase resultou, como fator extremamente positivo, uma singular intimidade dos geólogos de engenharia, que se formavam autodidaticamente neste período já em diversos estados brasileiros, com os mais diversos aspectos dos grandes empreendimentos de engenharia e das diferentes solicitações ao meio físico geológico por eles provocadas nas diversas fases de sua implantação e de sua posterior operação. Esta singularidade histórica, como ressalta Ruiz (1987), foi responsável pelo perfil objetivo e eficiente que marca a Geologia de Engenharia brasileira frente às suas congêneres internacionais.

Vaz destaca em seu relato as imensas dificuldades dos geólogos transcenderem uma primeira fase em que seus trabalhos se resumiam a descrições teóricas e acadêmicas das regiões de interesse de um determinado empreendimento, e uma segunda fase, mais longa, em que cumpriam

funções subalternas e circunscritamente parametrizadores de propriedades de solos e rochas, para uma fase de maior influência sobre soluções a serem adotadas por projetos e obras. Essas dificuldades Vaz debita à inexperiência de geólogos no exercício da GE e a resistências enciumadas demonstradas por colegas da Engenharia Geotécnica, fatores típicos de um período ainda de maturação das boas relações entre os dois campos profissionais da Geotecnia brasileira.

No entanto, apesar dessas dificuldades iniciais naturais, a GE brasileira demonstrou até a década de 70 um notável desenvolvimento, e graças às enormes demandas colocadas pelas grandes obras de engenharia, atraiu inúmeros geólogos para a especialidade, compondo equipes de primeiríssima qualidade tanto na área pública (Institutos, Empresas Estatais, Universidades) como na área privada (empresas de consultoria e projetos, empreiteiras), fato essencial que criou as condições necessárias à sua evolução nas décadas seguintes.

3. A GEOLOGIA DE ENGENHARIA BRASILEIRA DOS ANOS 1970 AOS DIAS ATUAIS

Os meados da década de 70 marcam o surgimento espontâneo das primeiras manifestações de geólogos de engenharia implícita e explicitamente argumentando da necessidade de um maior aporte de elementos e conhecimentos de Geologia e ciências correlatas para um melhor entendimento e equacionamento de diversos tipos de fenômenos de interesse da Geotecnia.

De fato, nas décadas subseqüentes (70, 80, 90, séc. XXI...), a Geologia de Engenharia brasileira, respondendo aos novos desafios técnicos que lhe foram colocados pelo acelerado e diversificado processo de interferência do crescimento econômico brasileiro em sua fisiografia de suporte, através de uma diferenciada gama de problemas urbanos, rurais e ambientais e aqueles próprios de obras de infraestrutura (ressalte-se nesse quesito o destacado avanço da Geologia de Engenharia aplicada ao campo da Mineração), e apreendendo que tão importantes como as características intrínsecas dos materiais (solos e rochas) afetados por um determinado empreendimento, são os processos geológicos e geomorfológicos e sua relação biunívoca com as solicitações então impostas, galgou, com a participação ativa e adesão dos geólogos pioneiros, um patamar disciplinarmente mais personalizado. Neste novo patamar, destacam-se, de um lado, a revalorização dos conhecimentos e dos instrumentos e procedimentos metodológicos próprios da Geologia e, de outro, a percepção definitiva de que os patrimônios geológicos de alguma forma afetados pela atividade humana têm propriedades e comportamentos dinâmicos naturais próprios que, uma vez não tidos em conta, podem concorrer para respostas catastróficas da natureza geológica.

Fato citado por Vaz nos 30 ANOS, em 1976 o autor desse texto apresenta no 1º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia o trabalho “Por Menos Ensaios e Instrumentações e por uma Maior Observação da Natureza”, que marca definitiva e conceitualmente o movimento de reaproximação metodológica da Geologia de Engenharia com a Geologia, entendida então como sua ciência mãe.

Também emblemática desse período foi a participação dos Profs. Fernando Flávio Marques de Almeida, José Moacyr Vianna Coutinho e Yociteru Hassui, reconhecidamente entre os mais brilhantes geólogos brasileiros, como consultores permanentes da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do IPT para o apoio em Geologia Básica e Petrologia a diversos trabalhos de Geologia de Engenharia, como também a rica relação da GE brasileira com o grande geomorfólogo Aziz Nacib Ab'Saber.

Foram então definitivamente incorporados à prática da GE brasileira atributos e responsabilidades como modelagem geológica/geomorfológica, identificação e avaliação de processos, análises e modelagens fenomenológicas, análises de previsibilidade e risco, avaliação e tratamento de impactos ambientais, etc.

Pelo exposto, percebe-se que a década de 70 foi excepcional e marcante para a GE brasileira, abrigando tanto as ações e fatos que corroboraram para sua definitiva consolidação no cenário tecnológico brasileiro, como já os elementos fundamentais que marcaram as características da fase posterior, quando deu-se sua definitiva personalização disciplinar e a diversificação de suas aplicações, e tendo como sua mais virtuosa marca o resgate da GE brasileira para o domínio conceitual e metodológico da Geologia.

Cumpra registrar, que se o núcleo mais atuante na formação e consolidação da GE brasileira estava sediado no Estado de São Paulo, em vários outros estados brasileiros o desenvolvimento e o enriquecimento técnico-científico se fizeram presentes e influentes. Alguns nomes da Geotecnia brasileira, atuantes em vários estados, precisam ser sempre lembrados como apoiadores e promotores da Geologia de Engenharia brasileira: Murillo Dondici Ruiz (SP), Milton Vargas (SP), Jaime de Azevedo Gusmão (PE), Moacyr Schwab de Souza Menezes (BA), Willy Alvarenga Lacerda (RJ), Jacques de Medina (RJ), Fernando Emmanuel Barata (RJ), Alberto Sayão (RJ), Luís Edmundo Campos (BA) e tantos outros.

O Quadro a seguir apresenta, esquematicamente, as diversas fases históricas da GE brasileira identificadas pelos relatores do ABGE 30 ANOS e pelo autor desse texto: **Primórdios, Maturação, Consolidação e Personalização/Diversificação.**

Fases Históricas da Geologia de Engenharia Brasileira

<u>Fases</u>	<u>Período</u>	<u>Características</u>	<u>Marcos</u>
<u>Primórdios</u>	Até 1930	<ul style="list-style-type: none"> - Oferecimento de informações geológicas gerais e/ou acadêmicas. - Ausência de uma experiência nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de materiais naturais de construção. - Implantação de ferrovias e obras de saneamento.
<u>Maturação</u>	1930≅1960	<ul style="list-style-type: none"> - Crescente valorização das informações geológicas pela engenharia. - Primeiros equacionamentos conceituais e disciplinares para GE. - Ações pontuais e restrita participação de geólogos nas decisões de engenharia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação em 1937 da Seção de Geologia e Petrografia do IPT. - Atuação prática e produção bibliográfica de Ernesto Pichler. - Vinda de Terzaghi ao Brasil. - Implantação de obras viárias e energéticas junto à Serra do Mar. - Implantação e estudos de UHEs em todo o país.
Consolidação	1960≅1970	<ul style="list-style-type: none"> - Aceitação indiscutível da informação geológica como instrumento indispensável da engenharia geotécnica. - Grande influência dos paradigmas da engenharia na GE. Priorização da parametrização. - Início da participação mais efetiva de geólogos na concepção de projetos e soluções de engenharia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formatura das primeiras turmas de geólogos brasileiros. - Presença no país dos melhores geotecnologistas do mundo. - Normatização de ensaios e técnicas de investigação. - Explosiva implantação de obras de infra-estrutura viária e energética em todo o país. - Equipes de GE em empresas públicas e privadas. - Fundação e atuação da APGA/ABGE. - Realização do Congresso Internacional da IAEG no Brasil.
<u>Personalização e Diversificação</u>	1970 aos dias atuais	<ul style="list-style-type: none"> - Resgate da GE para os domínios conceituais e metodológicos da Geologia. - Priorização do raciocínio geológico e da interpretação fenomenológica. - Participação crescente e decisiva de geólogos na concepção de projetos e soluções de engenharia e de planejamento do uso do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação extensiva da GE em problemas urbanos e rurais. - Explosão da problemática ambiental. - Uso intensivo das ferramentas cartográficas digitais. - Refinamento de técnicas diretas e indiretas de investigação. - Intensa produção bibliográfica na GE brasileira. Edição do primeiro livro-texto brasileiro de GE pela ABGE.

4. A EVOLUÇÃO DO ENSINO DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA NO BRASIL

Cabe por fim fazer algumas considerações sobre o ensino de Geologia de Engenharia para os geólogos brasileiros. Já com tantos geólogos praticando a GE, e por tantos anos, e com tão importantes serviços prestados à sociedade, impacta o fato de ainda a grande maioria dos cursos de Geologia no Brasil não ter acolhido devidamente essa especialização. A ponto de, a bem da verdade, o geólogo de engenharia brasileiro continuar sendo, em boa parte de sua formação, um autodidata.

Ressalte-se a enorme e estratégica importância, nas circunstâncias atuais de enfraquecimento de nossas instituições públicas de pesquisa e das empresas nacionais de engenharia, de nossas Universidades e seus cursos de Geologia assumirem a formação acadêmica em Geologia de Engenharia. A Universidade deveria se projetar como o futuro e fantástico espaço para a discussão, formação e desenvolvimento da Geologia de Engenharia brasileira.

Para tanto, a criação nesses cursos de Departamentos de Geologia de Engenharia (ou algo similar) colaboraria para disponibilizar, ao nível de graduação, pós-graduação e especialização, disciplinas completas de GE, ministradas por geólogos e integradas com as disciplinas básicas já existentes.

Esses Departamentos de Geologia de Engenharia, além de suas atividades didáticas formais, constituiriam os polos de aglutinação e atração de profissionais de mercado para, através dos mais variados tipos de eventos e iniciativas, proporcionar uma contínua e rica discussão das questões da GE brasileira.

É preciso insistir e persistir: uma boa formação escolar é condição elementar para o oferecimento de bons profissionais para o mercado. É possível e necessário construir o consenso sobre uma rica, harmônica e emulativa convivência entre uma sólida formação acadêmica em geologia básica e uma competente formação em disciplinas profissionalizantes.

5. CONCLUSÕES

A Geologia de Engenharia só conseguirá cumprir cabalmente suas responsabilidades, e assim ser útil à Engenharia e à sociedade em um sentido mais amplo, na medida em que não se descole de suas raízes disciplinares, de sua ciência-mãe, a Geologia, o que significa exercitar e priorizar como seu principal instrumento de trabalho o **raciocínio geológico**. Essa precaução a fará sempre ter como ponto de partida a consciência de que qualquer ação humana sobre o meio fisiográfico interfere, não só limitadamente, em matéria pura, mas significativamente, em matéria em movimento, ou seja, em processos geológicos, sejam eles menos ou mais perceptíveis, sejam eles mecânicos, físico-químicos ou de qualquer outra natureza, estejam eles temporariamente contidos ou em pleno desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ABGE Geologia de Engenharia e Ambiental (2018). 3 volumes. São Paulo-SP

BRITO, S.N.A. Desafios atuais do geólogo de engenharia no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., 1987, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: ABGE, 1987. v.3, p.67-89.

CARVALHO, E.T. Geologia urbana para todos: uma visão de Belo Horizonte. Belo Horizonte: [s.n.], 1999. 175p.

CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 9., 1999, São Pedro, SP. Panorama da Geologia de Engenharia: Boletim de Resumos. São Paulo: ABGE, 1999. 110p.

- OLIVEIRA, A.M.S. A abordagem geotecnológica: a Geologia de Engenharia no quinquênio. In: CURSO de geologia aplicada ao meio ambiente - DIGEO/IPT. São Paulo: ABGE, 1995. p.231-241.
- OLIVEIRA, A.M.S. Novas tendências da Geologia de Engenharia no Brasil. Ciências da Terra, v.2, p.31-3, jan./fev. 1982.
- OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE, 1998. 586p.
- OLIVEIRA, A.M.S.; SANTOS, A.R. Dois artigos e uma questão: Geologia de Engenharia no tecnógeno. Jornal da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, n.51, jul./set. 1989.
- PELOGIA, A. O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998. 271p.
- RUIZ, M.D. Evolução tecnológica da Geologia de Engenharia no período 1956-1970. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. 30 anos: história da Geologia de Engenharia no Brasil. São Paulo: ABGE, [s.d.]. p.11-19.
- RUIZ, M.D. A evolução da Geologia de Engenharia no Brasil e suas perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., 1987, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: ABGE, 1987. v.3, p.29-46.
- SANTOS, A.R. Afinal, o que é Geologia de Engenharia? Jornal da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, n.51, jul./set. 1989.
- SANTOS, A.R. Fundamentos filosóficos e metodológicos da Geologia de Engenharia. São Paulo: IPT, 1994. 5p. (IPT - Publicação, 2088).
- SANTOS, A.R. Geologia de Engenharia: conceitos básicos e perspectivas. Jornal da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, n.52, out./dez. 1989.
- SANTOS, A.R. Por menos ensaios e instrumentações e por uma maior observação da natureza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1., 1976, Rio de Janeiro. Anais... São Paulo: ABGE, 1976. v.1, p.177-85.
- SANTOS, A.R. Geologia de Engenharia: Conceitos, Método e Prática. Livro. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do ESP: ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002 – (publicação IPT; 2797).
- SANTOS, A.R.; PRANDINI, F.L.; OLIVEIRA, A.M.S. Limites ambientais do desenvolvimento: geociências aplicadas, uma abordagem tecnológica da biosfera. São Paulo: ABGE, 1990. Artigo Técnico 20p.
- VARGAS, M. Origem e desenvolvimento da geotecnologia no Brasil. Quipo, São Paulo, v.2, n.2, p. 263-279, 1985.
- VARGAS, M. "O início da Geologia de Engenharia em São Paulo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. 30 anos: história da Geologia de Engenharia no Brasil. São Paulo: ABGE, [s.d.] p.20-85.
- VAZ, L.F. Os geólogos e a Geologia de Engenharia na década de 60. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. 30 anos: história da Geologia de Engenharia no Brasil. São Paulo: ABGE, [s.d.] p.20-85.