

# CONTRIBUIÇÃO PARA A HISTÓRIA DA GEOTECNIA EM PORTUGAL\*

## Contribution to the history of Geotechnique in Portugal

por

ÚLPPIO NASCIMENTO\*\*

**RESUMO** — Recordam-se os antecedentes da Geotecnia nas áreas da Mecânica dos Solos, da Mecânica das Rochas e da Geologia de Engenharia.

Descreve-se o desenvolvimento da Geotecnia em Portugal, desde os fins da década de quarenta, salientando os papéis do LNEC, da Ordem dos Engenheiros e da Sociedade Portuguesa de Geotecnia.

Referem-se alguns exemplos da inserção da Geotecnia na estrutura tecnológica do País.

**SYNOPSIS** — The paper recalls how past events led to the starting up of geotechnical studies in the areas of Soil Mechanics, Rock Mechanics and Engineering Geology.

It describes the development of Geotechnique in Portugal since the end of the forties, emphasis being laid upon the played by the Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Ordem dos Engenheiros and Sociedade Portuguesa de Geotecnia.

Some examples illustrate the introduction of the Geotechnique into the technologic structure of the country.

## 1 — INTRODUÇÃO

Numa perspectiva de contribuição para a história da Engenharia Civil em Portugal afigura-se do maior interesse procurar lançar alguma luz sobre a evolução da Geotecnia — o mais recente ramo da Engenharia Civil no nosso país.

Grande parte da carreira profissional do autor decorreu no LNEC, isto é, no próprio centro dinamizador de boa parte da Geotecnia feita em Portugal; e durante tempo suficiente (1948-1981) para viver ou acompanhar muitos acontecimentos que assinalaram o nascimento, a evolução e a consolidação da nova disciplina.

Por isso, o autor considerou que deveria dar a contribuição que se segue para a história da Geotecnia em Portugal. Mera contribuição, note-se, pois que tal história não se fará certamente sem outras achegas.

---

\* Conferência proferida na Ordem dos Engenheiros em 17/11/87, integrada num ciclo sobre a história da Engenharia Civil em Portugal.

\*\* Investigador do LNEC, Engenheiro Consultor.

## 2 — ANTECEDENTES DA GEOTECNIA

O início da publicação da revista “Geotechnique”, em Londres, em Julho de 1948 [1], talvez se possa considerar o nascimento formal da Geotecnia como ramo independente da Engenharia Civil. As causas determinantes desse nascimento são porém bem mais antigas, porque inerentes à própria natureza de grande parte das construções. Com efeito, a maioria das obras funciona como um conjunto de duas partes mecanicamente interdependentes — a estrutura e o terreno de fundação; e para que essas obras satisfaçam convenientemente as finalidades para que foram construídas não basta que a sua estrutura se comporte de acordo com as previsões do respectivo projecto, é necessário que o terreno de fundação — a outra parte do referido sistema mecânico — se comporte satisfatoriamente. Ora sucede que em relação às estruturas as ciências da engenharia progrediram muito mais depressa do que em relação aos terrenos de fundação. E isso deve-se à circunstância de as estruturas terem formas geométricas muito simples e bem definidas e serem construídas com materiais, muitos deles artificiais, de características mecânicas determináveis com relativa facilidade, condições estas propícias ao desenvolvimento das aplicações da física, especialmente da mecânica, à previsão do comportamento dessas estruturas. Assim nasceram disciplinas da Engenharia como a Resistência de Materiais e a Teoria das Estruturas.

Pelo contrário, no que respeita aos terrenos de fundação, eles são constituídos por formações de solos e (ou) rochas, de características mecânicas mal conhecidas e que variam de ponto para ponto; e têm fracturas e descontinuidades que conferem aos respectivos maciços não o comportamento dum simples sólido aproximadamente homogêneo, mas sim o de uma verdadeira “estrutura” da qual, porém, nem a geometria nem as características mecânicas são suficientemente conhecidas.

Os terrenos, quer em fundações quer em aterros, puseram portanto à Engenharia Civil problemas especiais que a Engenharia das Estruturas não estava apta a resolver. Essa insuficiência da Engenharia Civil evidenciou-se principalmente no início deste século quando a variedade e o vulto das construções começavam a aumentar a uma cadência sem precedentes, e os acidentes resultantes daquela insuficiência aumentavam também proporcionalmente. Tais acidentes mostravam até que ponto eram inadequadas as bases empíricas dos métodos então adoptados pelos engenheiros civis e tornaram bem evidente a necessidade urgente de serem empreendidas investigações visando o estabelecimento dos princípios fundamentais relativos ao comportamento dos terrenos.

Assim se estimulou o desenvolvimento das principais disciplinas básicas da Geotecnia, que são, por ordem cronológica do seu nascimento, a Mecânica dos Solos, a Geologia de Engenharia e a Mecânica das Rochas.

### 2.1 — Mecânica dos Solos

A Mecânica dos Solos nascera há quase dois séculos com os trabalhos de Coulomb (1773), “Ingenieur du Roi”, relativos à teoria do impulso de terras sobre os muros de suporte [2]. Nessa teoria lançou Coulomb os conceitos fundamentais sobre a resistência ao corte dos solos, segundo

a qual essa resistência é a soma de duas parcelas: uma devida ao atrito, proporcional à pressão normal à superfície de corte mas independente da área dessa superfície (Lei de Amontons, 1699), e outra devida à coesão, proporcional a essa área mas independente da pressão. Na teoria do impulso de terras sobre muros de suporte, admitiu que tal impulso resulta do equilíbrio estático do peso de uma cunha de terreno limitada pela respectiva superfície livre, pelo próprio muro e por uma superfície plana orientada de forma que seja máximo o referido impulso. Até hoje, tais conceitos mantêm-se perfeitamente válidos.

Depois disso, no século XIX, foram dados mais alguns passos importantes para o progresso da Mecânica dos Solos. Um deles foi o estabelecimento em 1856 pelo francês Darcy [3] da lei do escoamento da água em meios porosos, segunda a qual entre a velocidade desse escoamento e o gradiente hidráulico que o produz existe uma relação constante — o coeficiente de permeabilidade — característica de cada meio poroso. Outro passo, dado na Inglaterra, foi a formulação por Rankine [4], em 1857, duma teoria segundo a qual num maciço semi-indefinido (apenas limitado pela superfície plana superior), a pressão em planos verticais é paralela à superfície livre. A partir dessa hipótese, por intermédio do círculo de Mohr, pode deduzir-se a grandeza dessa pressão para dois estados de equilíbrio limite — o activo e o passivo — grandeza essa dada em função do ângulo de atrito interno do terreno.

Já no princípio deste século, na Suécia, na sequência de grandes escorregamentos de terras ocorridos na construção de caminhos de ferro e de muros-cais, foi desenvolvido um método — o método sueco — para o cálculo da estabilidade de taludes, no qual se admite que o escorregamento se faz segundo uma superfície circular.

No entanto, foi principalmente a obra de Karl Terzaghi, em 1925, sobre a teoria da consolidação [5] que deu novo impulso à Mecânica dos Solos. A consideração nessa teoria do conjunto das duas fases constituintes dum solo saturado — a fase sólida e a fase líquida — e a divisão em duas parcelas da pressão total que nele actua — a pressão efectiva, na fase sólida, e a pressão neutra, na fase líquida —, bem como as consequências que daí decorrem no escoamento da fase líquida (segundo a lei de Darcy) e na diminuição do índice de vazios do solo (consolidação, assentamentos, aumento da resistência friccional, etc.), constituem com efeito avanços que conferiram à Mecânica dos Solos verdadeiras características de disciplina nova e independente. A obra do mesmo autor em 1947 [6] adquire as proporções de tratado fundamental da nova disciplina.

No fim dos anos vinte, a California Division of Highways promoveu uma vasta investigação sobre a rotura de pavimentos de estradas, da qual resultou a definição do índice californiano de capacidade de carga (CBR), índice esse que constituiu o mais importante avanço nos métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis (em oposição aos pavimentos rígidos, de betão de cimento) de estradas e aeródromos. A partir daí, com efeito, o dimensionamento dos pavimentos, isto é, a definição da constituição e espessura das suas várias camadas (sub-base, base e camada de desgaste) em função da carga das rodas dos veículos, deixou de ser meramente empírico para ser semiempírico. Foi passo importantíssimo que ainda hoje influencia a prática corrente da engenharia rodoviária.

Em 1933, Proctor [7], no controle da construção de barragens de terra na Califórnia, desenvolve métodos de ensaio de compactação dando origem aos conceitos de baridade máxima, obtida por um dado sistema e uma dada energia de compactação, e de humidade óptima, correspondente a essa baridade máxima.

A realização em 1936 do primeiro congresso internacional de mecânica dos solos, no MIT, nos EUA, consagrou internacionalmente a nova disciplina. A Segunda Guerra Mundial não permitiu a realização do segundo congresso a não ser em 1948, em Roterdão.

## 2.2 — Mecânica das Rochas

A Mecânica das Rochas nasceu muito mais tarde, pois a sua própria designação apareceu somente por volta de 1955. Com efeito, datam de 1957 e de 1963 as obras de Talobre [9] e de Muller [10], respectivamente, sobre a matéria.

A razão desse atraso da Mecânica das Rochas encontra-se no facto de as formações rochosas exibirem em regra capacidade resistente muito maior do que as formações de solos; e por isso, em fundações, por exemplo, uma das maneiras consagradas de resolver os problemas que elas põem nos solos é aprofundá-las até encontrar a rocha subjacente, ou o “firme” como usa dizer-se. No entanto, quando se trata de obras tais como grandes barragens, túneis e escavações de taludes, fundadas sobre maciços rochosos ou neles escavadas, o projecto de tais obras requer previsões de comportamento desses maciços que implicam adequada congregação de conhecimentos de disciplinas afins, sobretudo de Mecânica dos solos, de Geologia de Engenharia e de Hidráulica dos Meios Fracturados. E foi a partir da congregação desses conhecimentos, convenientemente harmonizados, que se diferenciou essa nova disciplina que é a Mecânica das Rochas.

## 2.3 — Geologia de Engenharia

Quanto à Geologia de Engenharia, outra das disciplinas da Geotecnia, poderá dizer-se que a sua diferenciação como ramo independente da Geologia se iniciou com o século XIX, principalmente com os trabalhos de William Smith (1769/1839) considerado como o “pai da Geologia de Engenharia” [8]. A afirmação de W. Smith, que era engenheiro civil, de que “... a teoria da Geologia está na posse de uma classe de homens, a prática noutra” é bem expressiva das causas que determinaram o nascimento da Geologia de Engenharia. Com efeito, enquanto a Geologia tem por finalidade principal o conhecimento da génese, constituição, idade e evolução dos materiais da crosta terrestre, e é como simples consequência desse conhecimento que dará alguma contribuição para a resolução de problemas concretos de Engenharia, a Geologia de Engenharia, pelo contrário, tem por principal finalidade a obtenção dos conhecimentos geológicos necessários para a resolução de problemas de Engenharia e é como consequência acessória que vai contribuindo para o desenvolvimento da Geologia em geral.

### 3 — DESENVOLVIMENTO DA GEOTECNIA EM PORTUGAL

A Segunda Guerra Mundial terminara em Agosto de 1945. O valor decisivo da tecnologia fora espetacularmente evidenciado durante a guerra. A investigação científica e tecnológica apresentava-se pois como a via óbvia para enfrentar os problemas da construção dum mundo melhor.

Em Portugal, em consonância com esse espírito do pós-guerra, iniciavam-se, tanto na metrópole como no ultramar, obras públicas de grande importância, principalmente nos domínios dos aproveitamentos hidráulicos e das vias de comunicação.

O atraso tecnológico do País, que mesmo antes da guerra já era significativo nalguns domínios das obras públicas, acentuou-se com os avanços desenvolvidos nos países que entraram na guerra, especialmente nos Estados Unidos da América, no que respeita a algumas técnicas relativas, por exemplo, à construção de aeródromos.

A estrutura tecnológica do País revelava também grandes carências para enfrentar convenientemente a realização de obras cuja envergadura excedia largamente o que era usual. As direcções-gerais dos ministérios que lançavam tais obras, por vezes, concentravam em si não apenas funções de planeamento, licenciamento, dono de obra e fiscalização, mas também as de investigação e projectista. Era sobretudo ao nível do projecto e da investigação com ele relacionada que mais se faziam sentir as deficiências do País.

Portugal era pobre em órgãos de investigação. No País havia apenas alguns laboratórios para ensaios correntes de materiais, designadamente betão, argamassas, aços, etc., visando sobretudo satisfazer exigências impostas por regulamentos (betão armado, construções metálicas, construções urbanas, etc.): em Lisboa, o Laboratório de Ensaio de Materiais, na dependência da Direcção-Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais, do Ministério das Obras Públicas; no Porto, o Laboratório da Faculdade de Engenharia da Universidade; em Angola e Moçambique, os laboratórios das respectivas Direcções de Obras Públicas.

No domínio da Mecânica dos Solos, no entanto, o apetrechamento desses laboratórios era praticamente nulo, pelo menos até aos últimos anos da década de quarenta.

Nessa altura, porém, começa a desenvolver-se um forte movimento de modernização tecnológica, não apenas em Lisboa, no Centro de Estudos de Engenharia Civil, recentemente criado no Instituto Superior Técnico pelo Instituto para a Alta Cultura, e liderado por Manuel Rocha, mas também nos referidos laboratórios do ultramar, primeiro em Moçambique sob a direcção de Pimentel Pereira dos Santos, depois em Angola sob a direcção de Waldemar d'Orey, inicialmente, e depois de Novais Ferreira.

Na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o curso de Correia de Araújo sobre o equilíbrio dos maciços terrosos [11] destacava-se pelo seu alto nível e informação actualizada.

É dessa altura a publicação de Pereira dos Santos sobre as aplicações da Mecânica dos Solos [12]. Na construção de barragens de terra, inicialmente a cargo da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola e depois da Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, também a

tecnologia da compactação de aterros experimentou importantes progressos sob a orientação de Palma Carlos e de Pedro Nunes, entre outros. A construção de aeródromos, tanto na metrópole como no ultramar, também estimulou uma certa modernização nas respectivas técnicas, destacando-se José Maria Seguro como impulsionador dessa modernização.

No domínio das empresas de sondagens e fundações, alguns engenheiros começavam a interessar-se pelas novas técnicas de amostragem e de ensaio “in situ”. Salientavam-se nesse campo Henrique Leitão e Pedro Teixeira Duarte.

Na Junta Autónoma de Estradas, são de notar os esforços de Mesquita de Lima e de Canto Moniz.

Ferreira Mendes, do Conselho Superior de Fomento do Ultramar, destacava-se como impulsionador de estudos relativos às estradas do ultramar (estabilização de solos, utilização de solos lateríticos, etc.)

Na Câmara Municipal de Lisboa, Paiva Ricou estimulava o estudo dos pavimentos das ruas de Lisboa, da fundação dos carris dos “eléctricos”, etc.

### 3.1 — O papel do LNEC

O Ministro das Obras Públicas de então, José Frederico Ulrich, teve a larga visão de criar o Laboratório Nacional de Engenharia Civil reunindo para o efeito o antigo Laboratório de Ensaio de Materiais, dependente do seu Ministério e possuidor duma larga experiência de ensaios correntes, com o Centro de Estudos de Engenharia Civil, núcleo de jovens engenheiros que, liderados por Manuel Rocha, se dedicavam, com grande entusiasmo, principalmente aos problemas postos pela concepção e dimensionamento das obras. A partir dessas bases, constituídas por dois órgãos que de certo modo se completavam, iniciou o LNEC a sua trajectória com um dinamismo e eficácia que surpreenderam o País.

Essa eficiência do LNEC deveu-se em grande parte, pelo menos nos seus primeiros anos, não apenas ao papel de Manuel Rocha mas também à excelente acção do seu director Eduardo de Arantes e Oliveira. Vinha da Câmara Municipal de Lisboa onde realizara obra notável. Para apoio do dimensionamento dos esgotos urbanos realizou uma investigação sobre o regime das chuvas em Lisboa [13], investigação essa ainda hoje exemplar. A essa vivência do papel da investigação aplicada à resolução de problemas de Engenharia Civil aliava excepcionais qualidades de direcção e uma sólida experiência administrativa.

A relativa facilidade dos primeiros contactos do LNEC com os diversos serviços do Ministério ficou a dever-se em boa parte, sem dúvida, à acção do próprio Ministro, Frederico Ulrich, cuja plena compreensão do papel a desempenhar pelo LNEC se reflectia certamente nas directivas que dava a esses serviços no sentido de solicitar a colaboração do Laboratório.

A actividade do LNEC desenvolveu-se rapidamente, devido principalmente aos numerosos problemas que lhe eram postos por diversas entidades e para a resolução dos quais estas pediam a colaboração do Laboratório.

Para melhor corresponder a essas solicitações o LNEC foi ampliando o seu quadro de pessoal e adaptando a sua estrutura orgânica. Assim, o núcleo inicial de Mecânica dos Solos foi dividido em duas secções: a de Fundações, a cargo de José Folque, que se ocupou das fundações de estruturas, das barragens de terra, dos trabalhos marítimos, etc.; e a de Estradas e Aeródromos, a cargo do autor. Tais secções, bem como outras (estruturas, barragens de betão, materiais de construção, etc.) integravam o Segundo Serviço, chefiado por Manuel Rocha.

O desenvolvimento da Secção de Fundações foi determinado por problemas de fundações de edifícios, de estruturas industriais, de pontes, etc., e também por problemas relativos a barragens de terra, cuja construção nessa época sofreu grande impulso, tanto na metrópole como no ultramar.

Tal desenvolvimento determinou a admissão de novos elementos: primeiro Guy de Castro e Friedrich Hamrol, mais tarde Castel-Branco Falcão, Guedes de Melo e Maranha das Neves, entre outros.

No que respeita às Estradas e Aeródromos, punham-se alguns problemas específicos que determinaram o seu desenvolvimento. Em primeiro lugar, dois grandes grupos de problemas, os das terraplenagens (taludes, aterros, drenagem, etc.) e os dos pavimentos (dimensionamento, sub-bases, bases, camadas de desgaste, betuminosos, pavimentos de betão de cimento, etc.) exigiram a dedicação de mais duas pessoas, Abel Simões e Fernando Branco, ambos recém-formados pela FEUP.

Tratando-se o pavimento numa estrutura desenvolvida em superfície, fundada a pequena profundidade, o seu comportamento depende fortemente da susceptibilidade da camada superficial do terreno aos agentes atmosféricos (variações volumétricas e de resistência por secagem e molhagem, águas freáticas, franja capilar, etc.). O comportamento peculiar de alguns solos do ultramar, relacionado com a sua génese, envolvia problemas que requeriam o estudo da própria composição química e mineralógica dos solos. Por esta razão tornava-se indispensável a colaboração de alguém com formação química. Assim é admitida Elda de Castro, recém-formada pela FEUP.

Mais tarde outros elementos vieram reforçar a equipa: Almeida Pereira, António Castilho, entre outros.

A importância da geologia de engenharia no traçado de estradas e aeródromos (escavabilidade das diferentes formações, estabilidade de taludes, erodibilidade de terrenos, jazidas de materiais de construção, etc.) recomendou, com efeito, desde início, a colaboração de geólogos, primeiro a título eventual, depois com carácter sistemático. Por essa razão, nos primeiros tempos do LNEC houve contactos com Fleury, professor do IST, e depois admitiram-se geólogos: primeiro Ricardo Marques, depois Ricardo de Oliveira, recém-formados pelas Faculdades de Ciências de Lisboa e do Porto, respectivamente. Para apoiar a formação desses geólogos recorreu-se à colaboração de Coteló Neiva, da Faculdade de Ciências de Coimbra.

As potencialidades dos métodos de prospecção geofísica (resistividade eléctrica e refração sísmica, principalmente) para o reconhecimento expedito de terrenos ao longo de traçados de estradas justificaram ainda que se promovesse a especialização de alguns engenheiros: Ressorreição Neto, Moura Esteves e outros.

A integração de geólogos na equipa geotécnica do LNEC foi acção determinante para o desenvolvimento da Geologia de Engenharia em Portugal. Com efeito, a participação activa dos geólogos em conjunto com os engenheiros na resolução de problemas concretos de Engenharia foi muito importante, quer para a formação dos geólogos de engenharia, quer para a dos engenheiros geotécnicos.

Inicialmente essa formação incidiu principalmente sobre problemas rodoviários: o reconhecimento geotécnico de traçados de estradas utilizando os métodos de prospecção geofísica, a definição da estrutura geológica de taludes, visando o estudo da respectiva estabilidade, etc. No início dos anos sessenta, a aplicação dos métodos de prospecção geofísica na pesquisa de águas no Sul de Angola, em colaboração com os Serviços de Geologia e Minas locais, foi tarefa muitíssimo importante, não só pela sua utilidade para Angola, mas também para ampliar a formação dos geólogos de engenharia.

Na organização e chefia dessa Missão de Prospecção Geofísica em Angola desempenhou papel relevante Carlos Ferrão, vindo da Junta de Energia Nuclear, onde se especializara em prospecção geofísica. Foi admitido no LNEC em 1961 e dele saiu, a seu pedido, em 1963.

Por essa altura, numa das reorganizações do LNEC e já com Manuel Rocha como seu director, criou-se o Serviço de Geotecnia, a cargo do autor, acrescentando-se uma Divisão de Prospecção às Divisões de Fundações e de Estradas e Aeródromos, já existentes.

A partir de então o âmbito desta nova Divisão passou a abranger toda a Geologia de Engenharia, incluindo portanto os estudos relativos às grandes barragens, obras subterrâneas, fundações, prospecção de materiais, cartografia geotécnica visando planeamentos urbanos, etc.

Foram admitidos novos geólogos e apoiou-se a sua formação em Petrografia mediante a colaboração de Aires de Barros, do IST.

Como os problemas de conservação das pedras de monumentos começaram a assumir especial importância, os estudos de físico-química, a cargo de Elda de Castro, inicialmente restritos aos solos, foram alargados às rochas, medida que ulteriormente se revelou muito útil.

Paralelamente, uma equipa de Mecânica das Rochas ia-se constituindo, sob a orientação de Manuel Rocha, no Serviço de Barragens, formada principalmente por Laginha Serafim e António da Silveira.

A deformabilidade das fundações das barragens de betão foi dos primeiros problemas tratados (1956). A grande importância do estado de tensão inicial dos maciços rochosos onde se escavam obras subterrâneas (galerias, centrais, etc.) motivaram o início, em 1962, do estudo deste importante problema.

O desenvolvimento destes estudos conduziu, em 1963, à criação no Serviço de Barragens duma Divisão de Fundações e Túneis, a qual, sob a chefia de Peres Rodrigues, veio a integrar novos elementos e a dispor da assessoria de Mello Mendes, professor de Engenharia de Minas do IST.

O extraordinário incremento da actividade do sector levou ainda ao desdobramento da referida Divisão em duas: a Divisão de Obras Subterrâneas, que ficou a cargo de Arnaldo Silvério, e a Divisão de Fundações Rochosas, que continuou a cargo de Peres Rodrigues.

Assinala-se o notável desenvolvimento dos métodos de determinação da resistência, da deformabilidade e do estado de tensão dos maciços rochosos. A realização em Lisboa do 1.º Congresso Internacional de Mecânica das Rochas (1966) e do Simpósio Internacional sobre a Determinação de Tensões em Maciços Rochosos (1971) dá a medida da repercussão internacional de tais trabalhos.

### 3.2 — O papel da Ordem dos Engenheiros

No início dos anos cinquenta, Eduardo de Arantes e Oliveira imprimiu à Secção de Engenharia Civil da Ordem dos Engenheiros, de que era presidente, um grande desenvolvimento, de que sobressaía principalmente uma intensa actividade cultural. Integrada nessa actividade, a Comissão de Mecânica dos Solos, liderada por Manuel Rocha, promoveu a realização de um curso de Mecânica dos Solos [15] cujo impacte no meio técnico nacional foi verdadeiramente extraordinário. Pode dizer-se que foi esse curso que implantou definitivamente a Mecânica dos Solos em Portugal.

Adiante se refere como a Comissão de Mecânica dos Solos se tornou independente da Ordem e se transformou na Sociedade Portuguesa de Geotecnia.

Depois, a actividade cultural da Ordem foi muito reduzida até que, no fim da década de setenta, com Manuel Rocha como presidente da Ordem, se formou o Grupo de Trabalho de Geotecnia, coordenado pelo autor. Reconheceu-se, com efeito, que, além das acções próprias da SPG e doutros organismos, outras há de índole mais profissional, para as quais a Ordem está naturalmente vocacionada. Foi por essa altura que a Ordem criou as especializações, sendo a “Especialização em Geotecnia” uma das primeiras.

O GTG tem mantido desde então uma actividade regular e contínua, sempre em boa colaboração com a SPG.

### 3.3 — Papel da Sociedade Portuguesa de Geotecnia

A Sociedade Portuguesa de Geotecnia é, como se disse, a continuadora da primitiva Comissão de Mecânica dos Solos da Ordem dos Engenheiros. Liderada por Manuel Rocha, essa Comissão tornou-se independente da Ordem e passou a designar-se Agrupamento Português de Mecânica dos Solos, filiando-se na Sociedade Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações. A partir de 1966, altura em que se realizou em Lisboa o 1.º Congresso Internacional de Mecânica das Rochas, o Agrupamento, ainda sob a presidência de Manuel Rocha, alarga o seu âmbito à Mecânica das Rochas, passa a designar-se Agrupamento Português de Mecânica dos Solos e das Rochas e filia-se também na Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas. Depois de 1972, com o desenvolvimento da geologia de engenharia, cujo primeiro congresso se realizara em 1970, o Agrupamento filiou-se também na Sociedade Internacional de Geologia de Engenharia e adoptou a designação que actualmente tem.

Em Junho de 1971, a SPG, sob a presidência do autor, inicia a publicação da revista "GEOTECNIA", dirigida por J. Folque, com a finalidade de constituir o órgão de comunicação entre os geotécnicos de língua portuguesa, tanto em Portugal (metropolitano e ultramarino) como no Brasil.

A lista dos artigos publicados pela revista mostra claramente a importância que ela assumiu no meio geotécnico português, e também no brasileiro. A regularidade de publicação da "GEOTECNIA", já com 17 anos e 57 números, bem como as numerosas acções promovidas pela SPG (representação portuguesa em reuniões internacionais, encontros nacionais, Lições Manuel Rocha, etc.) mostram a sua grande vitalidade.

### 3.4 — Inserção na estrutura tecnológica do País

*Ensino* — Há já cerca de 30 anos que a Mecânica dos Solos começou a ser introduzida nos planos de estudo das licenciaturas de Engenharia Civil da FEUP e do IST. E há 12 anos, desde o ano lectivo 1975/1976, que a Universidade Nova de Lisboa iniciou cursos de pós-graduação de Mecânica dos Solos (especialmente destinados a engenheiros civis) e de Geologia de Engenharia (especialmente destinados a geólogos, engenheiros de minas e engenheiros-geólogos).

*Investigação* — O desenvolvimento do LNEC, do LEA e do LEM, bem como da cooperação desses laboratórios entre si e com outras entidades, mostra bem como foi ultrapassada a pobreza de meios de investigação geotécnica que existia no País nos anos quarenta.

*Administração, autarquias, etc.* — Inicialmente estas entidades recorriam aos referidos laboratórios para consultoria, ensaios e, por vezes, mesmo projecto, especialmente no ultramar. Gradualmente porém o desenvolvimento de meios próprios dessas entidades e, também, de empresas privadas de projecto, consultoria e ensaio vai permitindo que os citados laboratórios se concentrem mais em tarefas de investigação. Alguns organismos passam mesmo a incluir serviços de geotecnia nos seus organogramas, como, por exemplo, a JAE e CP.

*Empresas de consultoria, projecto, fiscalização, ensaio, etc.* — Em fins dos anos cinquenta, início dos anos sessenta, inicia-se a constituição de diversas empresas de projecto e consultoria: Hidrotécnica (1957), Coba (1962), Profabril (1963), Hidroprojecto (1966), etc. Todas elas ou incluem geotécnicos nos seus quadros, ou recorrem sistematicamente à colaboração de geotécnicos.

O número dessas empresas cresce extraordinariamente, algumas delas especializam-se ou nos ensaios, ou na prospecção e ensaios de campo, ou na fiscalização e respectivos ensaios de controle.

*Empresas de construção* — Algumas empresas de construção de obras geotécnicas recrutam geotécnicos para os seus quadros e desenvolvem os meios próprios de prospecção, ensaio e projecto. Por exemplo: Teixeira Duarte e Construções Técnicas.

O conjunto dos relatórios dos estudos solicitados ao LNEC constitui uma pormenorizada descrição de grande parte das actividades geotécnicas do País. A lista desses relatórios pode ser consultada em recente publicação do LNEC [14].

Na Fig. 1 apresenta-se um diagrama representativo da produção desses relatórios no domínio da Geotecnia, durante trinta anos, desde o início do LNEC até 1977.

Na Fig. 2 mostra-se a distribuição de tais trabalhos classificados segundo as várias áreas da Geotecnia.

A partir de um certo nível, o desenvolvimento tecnológico de um país carece da instituição de um sistema de especificações nas quais se integre, sob a forma final de normas e regulamentos para aplicação prática, o saber e experiência adquiridos em determinado processo tecnológico. Assim, os EUA dispõem das normas ASTM, a Inglaterra das normas BS, a Alemanha das normas DIN, a França das normas AFNOR, etc.

Em Portugal, o LNEC iniciou também a árdua, extensa e demorada tarefa de instituir um sistema de normas na área da engenharia civil, que incluía, obviamente, as normas geotécnicas.

Mediante a colaboração de numerosas pessoas representando várias entidades, trabalhando em comissões especializadas, o LNEC publicou cerca de meia centena de especificações no domínio da Geotecnia (solos, agregados, terraplenagens, pavimentos, prospecção, fundações, etc.) as quais constituem sem dúvida uma importante base do sistema normativo português.

Na actividade de regulamentação, da competência do Conselho Superior de Obras Públicas, foi publicado o regulamento de estudo e construção de pequenas barragens de terra, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 48 373 de 8/5/68.

O Vocabulário de Estradas e Aeródromos [16], editado em 1952, foi a primeira especificação do LNEC. Trata-se de obra em que colaborou mais de uma dezena de entidades relacionadas com estradas, com aeródromos e com os respectivos materiais de construção. Nos seus doze capítulos, dos quais um é dedicado à Geotecnia, trabalhou activamente, durante alguns anos, mais de meia centena de técnicos das referidas entidades.

Fez-se um esforço enorme de harmonização de terminologias de diferentes raízes (popular, regional, erudita e estrangeira), apurou-se a definição de velhos conceitos e introduziram-se outros relativos a novas tecnologias, estabeleceu-se correspondência do vocabulário português com vocabulários internacionais em francês, inglês e alemão, aportuguesaram-se vários termos, etc.

As repercussões desse Vocabulário têm sido extensas e profundas. No País, porque enriqueceu a língua, facilitando assim uma linguagem técnica mais precisa, melhorando portanto a redacção de textos, de projectos, de regulamentos, etc. No estrangeiro, porque permitiu incluir a língua portuguesa nos principais vocabulários internacionais, colocando-a portanto a par com os mais importantes idiomas.

Com o Brasil, tal vocabulário constituiu a proposta portuguesa para o estabelecimento de um acordo sobre terminologia rodoviária luso-brasileira, acordo esse formalizado em Portugal por sete especificações LNEC datadas de 1973.

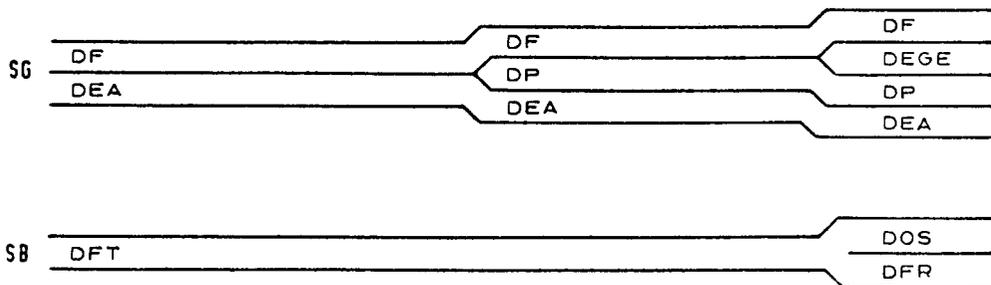
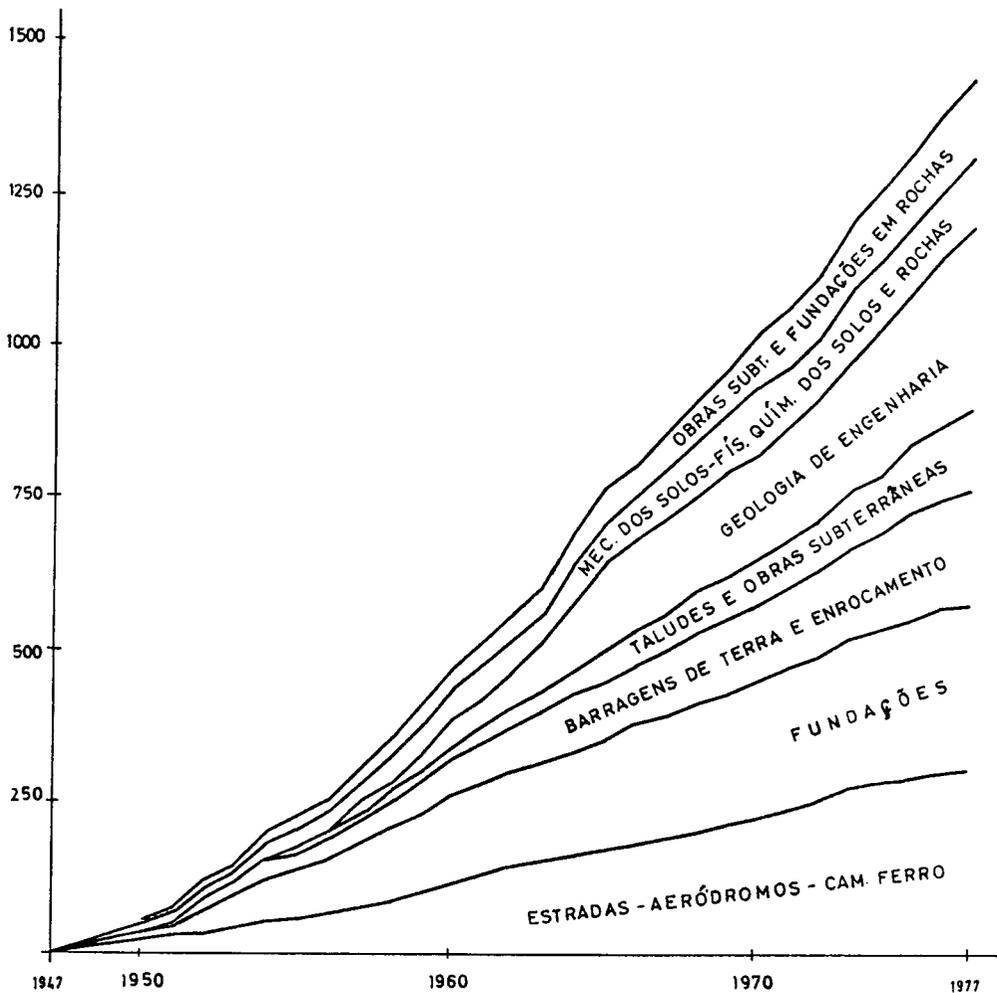


Fig. 1 — Produção do LNEC no domínio da Geotecnia (expressa em número de relatórios) e evolução das Divisões com actividade nesse domínio

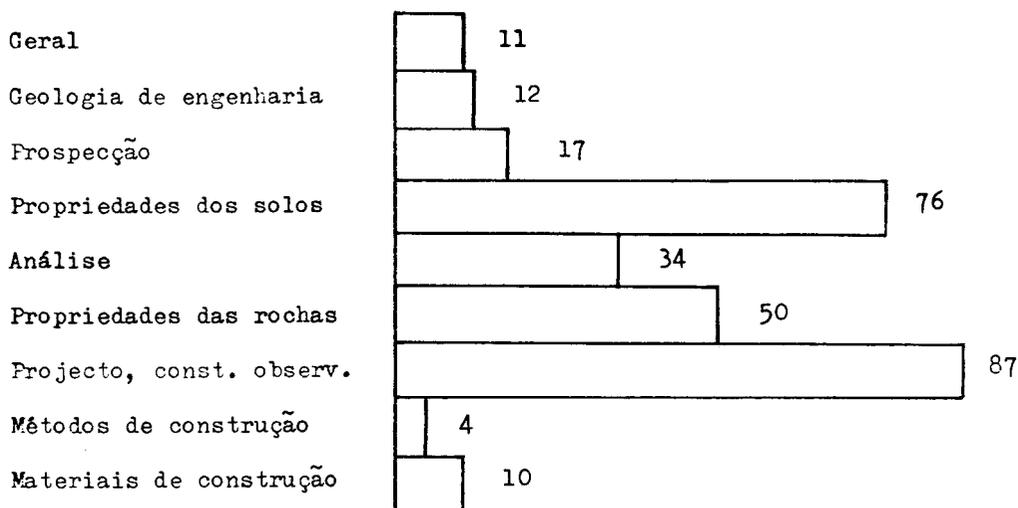


Fig. 2 — Memórias do LNEC e artigos na "GEOTECNIA"

A normalização da terminologia tectónica e petrográfica foi também objecto de um grande esforço que envolveu muitas entidades e de que resultaram duas publicações.

Ao curso de Mecânica dos Solos realizado pela Ordem dos Engenheiros já acima se fez referência. Mas muitos outros se realizaram posteriormente, como os de Consolidação de Taludes (1965), Mecânica das Rochas (1971), Mecânica dos Solos (1974 e 1975), Pavimentos Rodoviários (1971), etc.

Deve porém acrescentar-se que, além destes cursos promovidos em grande parte pelo LNEC, houve inúmeras participações do LNEC em iniciativas de outras entidades, designadamente da Universidade. Por exemplo, na cadeira de Estradas do IST, dada pelo Prof. Rebelo Pinto, a parte relativa à Mecânica dos Solos incluía aulas que eram dadas no LNEC. Essa colaboração do Laboratório foi prestada durante doze anos, de 1957 a 1970. Outro exemplo: na cadeira de Mecânica das Rochas, ministrada por Manuel Rocha [17], primeiro no IST, a partir de 1970, e depois na UNL, a partir de 1976, também o LNEC prestou colaboração, não só em aulas práticas mas também pela inclusão de seus elementos como docentes do referido curso.

A colaboração prestada à UNL nos seus cursos de Mecânica dos Solos e de Geologia de Engenharia é ainda outro exemplo.

## AGRADECIMENTO

Aos engenheiros Pedro Nunes e Fernando Branco, agradece o autor os comentários e sugestões feitos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ 1 ] TERZAGHI, K. (1948) — *Foreword*. "Geotechnique", vol. 1, n.º 1. London.
- [ 2 ] COULOMB, C. A. (1773) — *Essai sur une application de maximis & minimis à quelques problèmes de statique relatifs à l'architecture*. Comité Français de Mécanique des Sols et de Fondations. Paris. 1973.
- [ 3 ] DARCY, H. (1856) — *Les fontaines publiques de la ville de Dijon*. Paris.
- [ 4 ] RANKINE, W. J. M. (1857) — *On the stability of loose earth*. Phil. Trans. Royal Soc. London.
- [ 5 ] TERZAGHI, K. (1925) — *Erbaumechanik auf bodenphysikdischer Grundlage*. Leipzig. Deutike.
- [ 6 ] TERZAGHI, K. (1943) — *Theoretical soil mechanics*. Wiley. New York.
- [ 7 ] PROCTOR, R. R. (1933) — *Fundamental principles of soil compaction*. "Eng. News-Record". Aug. 31, Sept. 7, 21, 28.
- [ 8 ] *Engineering Geology* (1965). Elsevier. Amsterdam, n.º 1, Aug.
- [ 9 ] TALOBRE, J. A. (1957) — *La mécanique des roches appliquée aux travaux publics*. Paris.
- [10] MULLER, L. (1963) — *Der Felsbau*. Verlag. Stuttgart.
- [11] CORREIA DE ARAÚJO, F. S. (1942) — *Estudo dos maciços terrosos e dos seus suportes*. Lopes da Silva. Porto.
- [12] PEREIRA DOS SANTOS, M. P. (1949) — *A mecânica do solo e as suas aplicações*. Soc. de Est. da Col. de Moçambique. Lourenço Marques.
- [13] ARANTES E OLIVEIRA, E. (1942) — *O regime de chuvas de Lisboa*. Observatório do Infante D. Luís. Lisboa.
- [14] Relatórios do LNEC existentes na Biblioteca (4 volumes) (1987). LNEC. 40 Anos. Lisboa.
- [15] *Curso de Mecânica dos Solos* (1955) — Ordem dos Engenheiros, Lisboa.
- [16] *Vocabulário de Estradas e Aeródromos* — LNEC, Especificação E1-1962.
- [17] ROCHA, M. (1981) — *Mecânica das Rochas*. LNEC, Lisboa.