

POR MENOS ENSAIOS E INSTRUMENTAÇÕES E POR UMA MAIOR OBSERVAÇÃO DA NATUREZA *

*Alvaro Rodrigues dos Santos ***

INTRODUÇÃO

Provavelmente tendo como causa mais remota o gradativo afastamento do homem, e particularmente do homem técnico e urbano, dos fenômenos e processos da natureza, cuja observação direta um dia foi sua principal fonte de sabedoria e conhecimento, vêm-se incrementando despropositadamente no campo da Geologia e Geotecnia as observações indiretas através de uma gama infindável de ensaios e instrumentações tecnológicas a cada momento mais sofisticados e mais caros.

Acreditamos que já se faz necessário iniciar um balanço crítico dos frutos desta tendência, principalmente para o caso viário, onde os problemas de cortes e aterros ocorrem em quantidade tal, que seria inconcebível tratá-los particularmente (salvo justificadas exceções) com o mesmo rigor com que se trataria um talude em zona urbana. Diga-se de passagem que, quando falamos em *rigor*, queremos nos referir ao uso intensivo de estudos especiais e não ao caráter de seriedade científica com que devem ser levadas as análises, caráter este que deve ser comum a ambos os casos.

Este trabalho nada mais pretende do que propor a discussão e meditação, por parte dos técnicos que dele tomarem conhecimento, de algumas idéias que temos a respeito do assunto e que estamos tentando levar à prática na seção de Estradas da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do IPT, relativas, particularmente, ao tratamento da questão "estabilidade de taludes".

* Trabalho apresentado no I Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Rio de Janeiro, agosto de 1976.

** Geólogo responsável pelo Grupo de Estradas da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Evidentemente, queremos deixar claro que não descartamos a validade científica dos ensaios tecnológicos, mas sim somos de opinião que seu papel dentro de uma análise geotécnica deva ser mais correlatamente assumido. Esse papel, cremos seja bem mais secundário e suplementar do que aquele que normalmente lhe vem sendo exigido.

OS ENSAIOS TECNOLÓGICOS

ALGUMAS RESTRIÇÕES

Para que se possam utilizar os métodos de análise de estabilidade disponíveis (Fellenius, Bishop, Coulomb, Taylor, etc. e seus tratamentos mais atuais, como Hoek e Londe, Patton, etc.), há que se admitir tantas limitações e restrições (hipóteses básicas) que — e isso de alguma maneira o reconhecem os vários autores — nos forcem a sair do campo real para trabalharmos e raciocinarmos no campo das suposições. De fato, desconhecemos na natureza um maciço tão isotrópico e permeável aos métodos prospectivos disponíveis, que permita um tratamento teórico e simplista.

E imagine-se a gravidade do problema quando vemos que mesmo em maciços com apreciável isotropia, como uma barragem de terra onde os parâmetros de resistência podem ser aproximadamente conseguidos através de métodos construtivos e seleção de materiais, surgem dúvidas quanto à interpretação do significado dos fatores de segurança obtidos através dos diversos métodos de cálculo adotados. Neste sentido, transcrevemos a conclusão do interessante trabalho do Eng^o Serge J. C. Hsu, "Alguns aspectos do cálculo de estabilidade de taludes em barragens de terra", apresentado no V Congresso Brasileiro de Mecânica de Solos (1974): "Pensamos que ao projetista reserva-se o direito de aceitar ou rejeitar o resultado de qualquer ensaio ou cálculo de estabilidade que, pelo seu julgamento, esteja em desacordo com a sua experiência e bom senso".

Em terrenos naturais o problema é bem mais amplo, pois a natureza, com sua "incômoda" anisotropia, descarta a cada dez metros as possibilidades de emprego de cálculos ingênuos. São mudanças mineralógicas e litológicas, são inversões em sistemas estruturais, diferentes estágios de alteração em um mesmo horizonte, características peculiares dos mais variados tipos de descontinuidades (rugosidades, preenchimentos, imbricamentos, etc.), comportamento anômalo (e a anomalia aqui é antes uma regra que uma exceção) do sistema hidrogeológico, fendas de tração e uma dezena mais de outras variáveis que não admitem uma ponderação particular qualitativa (e muito menos quantitativa) tal, que possamos considerá-las matematicamente

no fornecimento de dados (entrada de dados) para nossas equações e artifícios disponíveis na determinação das forças atuantes e resistentes.

Não constituem novidade as constantes chamadas de atenção de diversos autores sobre os cuidados necessários no recolhimento de amostras para garantir sua representatividade. Mas a prática de nosso dia-a-dia vem evidenciando uma certa ingenuidade nestas recomendações. E mais do que o descaso, cremos que a causa mais provável provém mesmo da extrema dificuldade em se definir o que é ou não representativo. Como amostrar para ensaios mecânicos os arenitos Pirambóia e Botucatu com suas intensas heterogeneidades típicas de sedimentação fluvial e eólica respectivamente? Como amostrar um horizonte de alteração (Serra do Mar ou Basaltos do Sul Brasileiro) onde subsistem núcleos resistentes à alteração, descontinuidades herdadas da rocha mãe, zonas mais e menos alteradas, etc.? Como amostrar siltitos e argilitos das formações Estrada Nova e Tubarão, ou tilitos (diamictitos), ainda da formação Tubarão, quando não se torna possível sequer moldar os corpos de prova? E um corpo coluvionar? E um talus?

E ainda: como definir um tipo de ensaio ideal que infira corretamente as condições hidrogeológicas (zonas de saturação, pressões de percolação, etc.) quando na maioria das vezes a drenagem interna de um maciço natural se mostra com extrema irregularidade e erraticidade? E a prova está nos inúmeros "lençóis suspensos" que observamos em taludes viários já abertos.

A verdade é que a realidade de nossas estradas, onde as "quedas de barreira" já justificam plantões noticiosos, está aí a nos indicar que algo não vai bem. E notemos que isto acontece em nossas melhores estradas, onde, creio, não houve falta de ensaios tecnológicos.

Vejamos alguns outros exemplos práticos onde a compulsão, por se matematizar certos parâmetros da natureza, pode nos conduzir a resultados incertos. Diversos autores (Patton, Hoek, Ruiz, etc.) chamam a atenção para a necessidade de se levar em consideração a influência das rugosidades e irregularidades de uma descontinuidade rochosa no cálculo da sua resistência ao cisalhamento. Sugere-se inclusive a adoção de um *ângulo de atrito efetivo*, pela adição ao ângulo de atrito que seria próprio da descontinuidade sem rugosidades, do ângulo médio entre as ondulações e a direção potencial de deslizamento. Agora, mesmo deixando de lado questões como correção desta compensação quando a direção do escorregamento não é ortogonal às direções gerais das irregularidades, consideração do espaçamento

entre estas irregularidades, sua forma e gênese, situações de imbricamento, etc., torna-se precedente uma pergunta aos geólogos e demais técnicos familiarizados com o assunto: quantas vezes, em todo o decorrer de nossa atividade técnica, deparamos com situações tais que nos permitam uma confiável ponderação sobre estes tipos de estruturas? E notem que estamos, no momento, pensando num corte já aberto e em um projeto de consolidação. E os cortes por abrir?

Em nossa opinião, a utilização das técnicas de medida adotadas por Fecker e Ranjers, ou das categorias de rugosidade propostas por Piteau, deve se restringir a casos bastante singulares, pois do contrário corremos o risco de introduzir erros bastante graves em nossos cálculos de estabilidade.

Ainda como ilustração, transcrevemos uma oportuna observação de Terzaghi: "A ruptura da barragem de Malpasset e diversos escorregamentos catastróficos de rochas em taludes situados acima dos portais de túneis de pressão fizeram surgir o interesse das autoridades públicas ligadas à construção acerca do problema. Conseqüentemente, tornaram-se cada vez mais relutantes em liberar construções apoiadas em rocha, a não ser que os interessados demonstrassem por meio de cálculos de estabilidade que a estrutura proposta não ocasionaria uma ruptura na rocha. Entretanto, com relação às fundações, tanto em rochas como em solo, condições naturais podem impedir a possibilidade de obtenção de todos os dados necessários à previsão do comportamento do material a ser usado como fundação por métodos analíticos ou outro qualquer. Se for necessário fazer um cálculo de estabilidade nessas condições, este terá inevitavelmente que se basear em hipóteses bastante afastadas da realidade. Tais cálculos podem trazer mais danos que benefícios porque desviam a atenção do projetista de inevitáveis, porém importantes, lacunas no seu conhecimento dos fatores que determinam a estabilidade de taludes em rochas sãs".

Outro exemplo da dificuldade e dos riscos em se pretender matematizar certos parâmetros geológicos se refere ao mapeamento estrutural através de projeções estereográficas. Apesar dos maciços apresentarem normalmente direções estruturais preferenciais, algumas zonas se destacam por exibirem sistemas próprios isolados cujas causas são complexas e variadas (processos de diferenciação magmática, zonas de descompressão, esforços localizados, feições particulares, etc.). Deste modo, cada levantamento estrutural só é válido quando for corretamente restrito a uma zona individualizada do talude. Uma vez que isto não seja obedecido, o que normalmente vem acontecendo, in-

troduzimos enormes erros, ao abrirmos a possibilidade inexistente de combinações de diferentes sistemas estruturais, ou ainda ao sugerirmos a combinação de descontinuidades com amplitudes não similares.

FATOR DE SEGURANÇA OU TÁBUA DE SALVAÇÃO

De maneira geral, podemos afirmar que nossas estradas entram precocemente em degradação (pelo menos no que se refere a cortes e aterros) pela não correta consideração, quando do projeto, dos parâmetros hídricos e geológico-geotécnicos. No entanto, em diversas situações, quando os acontecimentos (quedas de barreiras, etc.) afetam de maneira mais evidente e pública o tráfego, ou no caso de uma estrada em implantação, no próprio andamento da obra o projetista é chamado a elaborar projetos especiais de estabilização.

Para casos deste tipo, onde pelo menos teoricamente se apresentam todas as condições de estudo, parece-nos que os sucessos conseguidos nos trabalhos de estabilização não podem ser precipitada e generalizadamente atribuídos à performance das análises de estabilidade, então providenciadas com base nos dados colhidos de ensaios ou de tratamentos matemáticos dos parâmetros e dados geológico-geotécnicos.

O que se mostra mais viável é que, se por um lado uma série de profissionais não assumem abertamente ainda a fragilidade dos dados admitidos em cálculos de estabilidade, ao mesmo tempo não chegam a arriscar no projeto sua reputação profissional. Para tanto, o mecanismo mais indicado é o adestrado manejo do *fator de segurança* (relação entre as forças resistentes e aquelas que colaboram com o deslizamento). Isto normalmente se faz, a bem da segurança, mais do projetista que do projeto em si, superestimando-se sempre os valores dos parâmetros referentes aos agentes do deslizamento e subestimando-se aqueles referentes ao conjunto resistente. Obtém-se assim a desejada redução nos valores dos fatores de segurança, os quais servirão, então, como base para o projeto de estabilização. No entanto, e essa é uma opinião puramente pessoal, baseada em experiência profissional e na intuição dela proveniente, acreditamos que em boa parte destes projetos os verdadeiros fatores de segurança, obtidos após a execução dos tratamentos então recomendados, são bem maiores que os teoricamente pretendidos (normalmente em torno de 1,5), não nos surpreendendo se um dia algum método de análise pudesse situá-los em 7, 8 ou mais unidades.

Jambu, em seu trabalho *Slope Stability Computations*, chama a atenção sobre isso: "O valor calculado para o fator de segurança re-

flete conseqüentemente as incorreções tanto das medidas de resistência como da análise dos esforços. Atualmente, as incertezas associadas às medidas de resistência são propensas a introduzir maiores erros do que a computação da tensão de cisalhamento".

Como conseqüência direta das questões colocadas, advêm o encarecimento astronômico das obras e a necessidade da adoção de certas técnicas construtivas que implicam a importação de uma tecnologia sofisticada alheia às nossas realidades físicas, econômicas e sociais.

Ilustrando esta tendência, reproduzimos em seguida algumas ponderações que Hoek estabelece em seu interessantíssimo trabalho "Estimando a estabilidade de taludes escavados em minas a céu aberto" (tradução nº 4 — APGA), onde apresenta uma série de ábacos para a estimativa da estabilidade de taludes:

- adoção da resistência residual em lugar da de pico
- estimativa conservadora para o ângulo de rugosidade
- adoção da pior condição hidrológica
- existência no talude de um nível de água horizontal — sempre que haja suspeitas de condições excepcionais de fluxo descendente ou dúvidas sobre a drenagem
- na dificuldade de se desenvolver um estudo tridimensional para a análise da junção de dois sistemas de fratura, adotar para definição do fator de segurança um plano de ruptura único mergulhando com o mesmo ângulo da linha de intersecção das duas superfícies".

AINDA SOBRE AS CAUSAS

Na introdução deste trabalho, mencionamos como causa mais remota da supervalorização dos resultados de ensaios e instrumentações tecnológicas o gradativo afastamento do homem das coisas da natureza. Outras causas há, e nos dizem respeito mais diretamente. Sobre elas é um tanto difícil e delicado escrever; porém, penso que ao se pretender uma análise mais séria do problema, não se pode evitá-lo.

O MONOPÓLIO DOS CONHECIMENTOS OU A MÍSTICA DA COMPLICAÇÃO

A Geologia e a Geotecnia não poderiam ser exceção no quadro geral da cultura tecnológica brasileira, onde, se não os conhecimentos, ao menos o poder decisório está concentrado em pouquíssimas pessoas, formando clubes bem avessos à entrada de novos sócios.

Esta situação, é claro, tem causas históricas e sociológicas bem definidas, cuja análise, no entanto, se bem que apaixonante, não cabe no escopo deste trabalho. O fato é que, provavelmente, em nosso campo não chegaríamos a necessitar de todos os nossos dedos se quiséssemos enumerar as pessoas que, devido ao seu nome e ascendência, conseguem dar crédito a um projeto e com isso tranquilizar seus clientes.

Porém, particularmente em obras como as viárias, que exigem a presença constante do projetista nas diversas fases de estudo e implantação, essa situação é por demais perniciosa, pois que pelo montante de suas tarefas essas poucas pessoas não dispõem do tempo necessário.

Sustentando este quadro, existe disseminada em nosso meio a *mística da complicação*, ou seja, somos levados a duvidar, pelas coisas que lemos ou nos são ditas, que algum dia possamos manipular, com a magia necessária, todos os parâmetros, regras, todas as ponderações, etc., no trato de determinadas questões técnicas.

Acreditamos, desta maneira, que esse contexto inibe o desenvolvimento de técnicas mais simples e práticas que possam ser utilizadas, sem constrangimentos, por um maior número de técnicos.

INTERESSES ECONÔMICOS

No contorno de qualquer atividade humana, é normal que se estabeleça toda uma estrutura comercial surgida da necessidade de se suprir esta atividade de assistência técnica e material.

No campo da Geotecnia não poderia ter sido diferente. Surgiram assim as industrializações de aparelhagem para ensaios e instrumentações e os laboratórios especializados, que cumpriram e cumprem um papel bastante importante no próprio desenvolvimento técnico.

Hoje, porém, talvez já se faça necessário um questionamento mais crítico dessa situação, pois que podemos incorrer em alguns riscos, comuns em vários outros tipos de atividade e que resultam da inversão de papéis entre a atividade técnica e a atividade comercial a ela correspondente. Ou seja, a atividade comercial assume o papel determinante neste relacionamento, induzindo um desenvolvimento técnico que melhor se adapte ao seu desenvolvimento econômico.

OUTRA PONDERAÇÃO NECESSÁRIA

De maneira alguma pretendemos lançar às costas da fragilidade de um ensaio tecnológico a responsabilidade maior pela situação de

nossas estradas. Sabemos perfeitamente que isto é apenas uma face da questão e que o problema maior está na aparente gratuidade com que se decide em nosso país a realização de empreendimentos viários, a maior parte deles com padrões técnicos definidos por velocidades diretrizes exageradas, disso resultando projetos de ousadíssimas características técnicas (raios mínimos, rampas máximas, etc.) que se chocam violentamente com nossa realidade física, porque induzem à importação de uma tecnologia sofisticada, desenvolvida em meios físicos (geralmente não tropicais) completamente diversos dos nossos e, por esse motivo, apesar de sofisticada, não garantindo a solução de nossos problemas; com nossa realidade econômica, porque se tornam obras caríssimas, incompatíveis com nossa condição de país em desenvolvimento; e com nossa realidade social, porque se alicerçam no uso intensivo de maquinário bastante avançado, deixando assim de aproveitar nosso grande potencial em mão-de-obra não qualificada. Neste sentido, a análise da experiência mexicana na construção de estradas de baixo custo se mostraria muito oportuna como contribuição ao planejamento de nosso sistema viário.

PROPOSIÇÃO DE UMA ALTERNATIVA

Como subsídio à discussão das questões até aqui levantadas, desenvolvemos a seguir, resumidamente, algumas idéias que vêm sendo adotadas pelo Grupo de Estradas da DMGA/IPT.

MODELOS FENOMENOLÓGICOS

A idéia básica é chegar à compreensão de um determinado fenômeno — qualquer tipo de ruptura de talude —, não pela análise particular de cada parâmetro envolvido, mas sim pelo entendimento deste fenômeno como um todo, ou seja, como resultado da interação de um quadro geológico, definido pelo conjunto de todos os parâmetros intrínsecos ao material, com o tipo de solicitação a que esteja submetido (características geométricas do corte, posição na encosta natural, vibrações provocadas, etc.).

Dentro deste contexto, o fim desejado seria a definição de *modelos fenomenológicos* padrões que traduzissem o comportamento das diversas situações geológicas diante de diferentes solicitações impostas pela obra.

INSTRUMENTO DE ANÁLISE

Na definição dos modelos ressalta, como instrumento básico de análise, a nosso ver muito mais importante que uma campanha in-

tensiva de ensaios e instrumentações tecnológicas, uma rigorosa e detalhada observação do comportamento no tempo e no espaço das respostas de caráter geológico-geotécnico promovidas pela natureza frente às novas condições de equilíbrio exigidas, tanto por circunstâncias naturais como por aquelas induzidas pelo homem, através das obras civis instaladas em regiões vizinhas ou em áreas com características físicas semelhantes.

Ou seja, de um lado há que se compreender o estágio e o processo atual da evolução geomorfológica regional, de modo que o projeto a eles se adapte e não a eles seja agressivo, como normalmente vem ocorrendo (vide Serra do Mar) e, de outro, aproveitar as obras aí já instaladas com os estudos para elas já realizados, como verdadeiros ensaios in situ e em verdadeira grandeza.

Neste sentido, cremos que se apresenta como uma ferramenta auxiliar altamente promissora a alternativa da determinação dos parâmetros de resistência de um determinado maciço pela análise regressiva ("retro-análise") de rupturas encontradas no campo. Reproduzimos em seguida um comentário de Hoek sobre a questão: "A análise regressiva de rupturas reais, apesar das dificuldades práticas envolvidas, representa um dos mais promissores campos na pesquisa da estabilidade de taludes. Sugere-se que posteriores avanços em nosso conhecimento da estabilidade de taludes em rocha dependerão, numa considerável extensão, de nossa habilidade em explorar essa valiosa fonte de dados".

DEFINIÇÃO DO MODELO

O próximo passo a ser dado após os estudos e análises acima sugeridos seria a definição de *modelos fenomenológicos* que relacionariam *tipo de material* (abrangendo todas suas características físicas), *tipo de solicitação* envolvida (condicionada por alguma variável como situação topográfica, altura de corte, lençol freático, etc.) e *tipo de fenômeno* mais provável (colapso estrutural, rupturas planas, etc.).

O estudo deverá ser completado com a indicação, para cada caso, dos meios mais adequados para se contornar os problemas. Estes meios não deverão ser rígidos e únicos, mas deverão variar de local para local, segundo fatores como: maior ou menor disponibilidade de determinado material de construção, maior ou menor disponibilidade de mão-de-obra não especializada, importância estratégica da obra, riscos admissíveis, etc.

Em seguida damos um exemplo resumido do que entendemos por um modelo fenomenológico:

Tipo de material	Tipo de solicitação	Tipo de fenômeno	Tratamento
Argilitos e siltitos rijos laminados, típicos da formação Estrada Nova e Grupo Tubarão. Presença ocasional de cimentação carbonática. Cores variando de esverdeadas e arroxeadas a marrom.	Cortes em qualquer altura e inclinação superior ao ângulo natural de repouso das pastilhas ($\pm 35^\circ$).	Desagregação superficial (empastilhamento) ocasionando contínua obstrução da drenagem de plataforma e desprendimento de horizontes superiores por descalçamento progressivo.	Proteção superficial contra variações térmicas bruscas. Cobertura vegetal quando possível, abadimento em torno de 45° ; tela + gunita em taludes muito inclinados e abatimento inviável.

Cabe acrescentar que, para que estes modelos fenomenológicos tenham a desejada propriedade extrapolativa, isto é, que se possa enquadrar determinado local ou caso dentro de um determinado modelo fenomenológico, há que se definir perfeitamente sua área de validade. Um exemplo: através de estudos, observações e análises, enquadrados no espírito do item anterior, selecionam-se 10 modelos fenomenológicos básicos típicos do derrame basáltico sul-brasileiro, ou melhor, da região do derrame ao sul da linha estrutural definida pelo vale do rio Paranapanema. Seria, então, desaconselhável o uso indiscriminado destes modelos fora desta área.

Uma primeira tentativa de estabelecimento destes modelos está sendo apresentada neste mesmo congresso em alguns trabalhos de técnicos da Seção de Estradas da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do IPT.

A sistemática aqui rápida e resumidamente apresentada tem como grande vantagem despertar no técnico, através do senso crítico exigido por uma forçada e constante observação fenomenológica, o bom senso e a intuição, atributos que reputamos fundamentais, uma vez adquiridos no contexto de um espírito científico.

ALGUMAS OBSERVAÇÕES

Deere e Patton descrevem três métodos disponíveis para um projeto de taludes em solos residuais, mas cujos princípios se aplicam aos mais diferentes materiais. O primeiro método utilizar-se-ia basicamente de experiências precedentes, o segundo tanto delas como de estudos auxiliares adaptativos, e o terceiro de cálculos de estabilidade.

O primeiro método, o "precedente", aplicar-se-ia onde as condições meteorológicas e geológicas são similares às do lugar onde o projeto foi feito com sucesso. Este método prevê, portanto, para determinadas condições, a repetição pura e simples de um projeto já realizado. Aplicar-se-ia fundamentalmente a casos de horizontes geológicos homogêneos.

O segundo método, o "precedente modificado", prevê alterações no projeto inicial a serem promovidas por estudos adicionais sobre o perfil de alteração, estruturas residuais, o regime de águas subterrâneas, coluviões e demais dados sobre a estrutura do maciço e seus parâmetros de resistência. Aplicar-se-ia melhor em casos de estruturas geológicas mais complexas onde "a complexa distribuição (tipos de rocha e tipos de estrutura) pode ser não-repetitiva de um aparte do corte para outra, de tal modo que uma exploração detalhada numa área do corte possa não ser válida para outra seção do mesmo corte".

O terceiro método, "cálculos de estabilidade", envolve "grandes dispêndios de tempo e dinheiro", e sua aplicação só deverá ser feita quando isto for justificável. Apesar disso, os autores relembram seu valor histórico, pois que há alguns anos era o único método disponível.

Apesar de algumas de suas idéias possuírem um desenvolvimento diferente do nosso, citamos a proposição de Deere e Patton no sentido de mostrar que este tipo de preocupação revela a existência de uma linha comum de raciocínio que quiçá poderá se refletir em uma tendência mais séria dentro de nosso meio técnico.

OS ENSAIOS GEOTÉCNICOS — ACERVO DE DADOS

Como já deixamos claro anteriormente, não somos avessos aos ensaios geotécnicos. Apenas cremos que a atual manipulação dos seus resultados os está transformando de peças auxiliares em elementos dominantes na análise dos processos geotécnicos. E com isso não concordamos.

Outro aspecto da mesma questão, que reputamos extremamente grave, se refere à dispersão dos resultados obtidos através de milhares de ensaios já executados em nosso país nas suas mais diferentes condições geológicas. Em que pesem algumas iniciativas inglórias, não podemos falar hoje em um acervo tecnológico nacional, pois os dados que o constituiriam estão dispersos nas mais variadas firmas que um dia os providenciaram.

Houvesse sido organizado este acervo (e acreditamos que isso ainda possa ser feito através de órgãos como o IPT) e poderíamos dizer, sem medo de errar, que para uso viário não precisaríamos mais executar ensaios tecnológicos triviais a não ser em situações raras e muito especiais.

A INSTRUMENTAÇÃO TECNOLÓGICA

Também no campo da instrumentação de cortes e aterros para o controle de comportamento, observa-se hoje uma tendência a se adotar uma aparelhagem cada vez mais cara e sofisticada, fatores que na maioria das vezes não estão sendo justificados. face aos resultados obtidos. Sobre este assunto, Costa Nunes, em seu relato para o Tema 3 do V Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, salienta: "No momento está-se atravessando uma fase de proliferação de instrumentos e métodos, objetivando muito mais medir o que se pode e o que se sabe do que se precisa para progredir".

Chamamos a atenção de nossos colegas para a quantidade enorme de sistemas de observação de que dispomos, simples e baratos, e que estão sendo relegados a segundo plano. Selos de argamassa, lâminas de vidro, referências topográficas, evidências no terreno, trinças, árvores, embarrigamentos, espécies vegetais predominantes, medidores simples de NA, acompanhamento fotográfico, informações de pessoal ligado à obra ou à região (mestres ou moradores), estágio de trabalhamento de pequenos cursos de água perenes ou transitórios, cravação de tubos simples em diferentes profundidades, etc.

Há que se considerar ainda um fator importantíssimo, qual seja a inibição à pesquisa e ao desenvolvimento de novos sistemas de observação, provocada pelo afluxo de uma tecnologia externa alheia às nossas realidades. Quiçá as restrições de importação provocadas pelo desequilíbrio de nossa balança de pagamentos venham de alguma maneira solicitar nossa criatividade neste e em outros setores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA NUNES, A. J. (1974) — *Estabilidade de taludes — rocha e solo*. Relato do V Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos. São Paulo, V, III Anais.
- CRUZ, P. (1973) — *Estabilidade de taludes — DLP/USP*.
- DEERE, D. V. e PATTON, F. D. (1970) — *Slope stability in residual soils*. Panamerican Conference on Soils Mechanics and Foundation Engineering. San Juan, VI Anais.

- FECKER, E. e RANGERS, N. (1971) — *Measurement of large scale roughnesses of rock planes by means of profilograph and geological compass*. Symposium of the International Society for Rock Mechanics, Nancy, Anais.
- GUIDICINI, G. e NIEBLE, C. M. (1975) — *Estabilidade de taludes naturais*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Minas e Geologia Aplicada, Grupo de Documentação.
- HOEK, E. (1972) — *Estimando a estabilidade de taludes escavados em minas a céu aberto*. São Paulo, tradução nº 4, APGA.
- HOEK, E. e LONDE, P. (1974) — *Travaux de surface en rocher* — Congresso da Sociedade Internacional de Mecânica de Rochas, Denver. VI Anais.
- HSU, S. J. C. (1974) — *Estabilidade de taludes*. V Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, São Paulo, VI Anais.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS — Divisão de Minas e Geologia Aplicada (1974-75). Relatórios emitidos pela Seção de Estradas.
- JAMBU, N. (1973) — *Slope stability computations*. Embankment, Dam Engineering, Casagrande Volume.
- RUIZ, M. D. (1974) — *Estudo e projeto de estabilização de taludes em rocha* (curso de pós-graduação, EPUSP).
- SANTOS, A. R. dos (1974) — *A geologia nos projetos de estabilização de taludes*. V Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos. São Paulo, VI Anais.
- TERZAGHI, K. (1962) — *Stability of steep slopes on hard unweathered rock*. Revista Géotechnique, 12(4).

RESUMO

O autor critica a tendência de nosso meio técnico a usar despropositadamente no campo da Geologia e da Geotecnia o resultado de observações indiretas obtidas através de ensaios e instrumentações tecnológicas cada vez mais sofisticados e mais caros.

Outrossim, discute a validade da tentativa de matematização de parâmetros geológicos, propondo, como alternativa, a racional e intensiva observação da natureza, com suas respostas às solicitações de obras já instaladas, como a fonte principal e mais segura de dados para projeto.

SUMMARY

The author criticizes the technologists tendency to use without apparent limit, in the Geology and Geotechnique fields, the results of indirect observations obtained by tests and equipment of continuously increasing cost and sophistication.

On the other hand he discusses the validity of a "mathematical" approach to geologic parameters, and proposes alternatively a rational and intensive field observation, with a deep analysis of nature response to already finished workings, as the main and most safe source of data for design.
