

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

ÁLVARO RODRIGUES DOS SANTOS

Geólogo, Consultor em Geologia de Engenharia e Geotecnia, santosalvaro@uol.com.br

RESUMO

O autor critica a tendência de nosso meio técnico em usar despropositadamente no campo da Geotecnia o resultado de observações indiretas obtidas através de uma crescente cadeia de ensaios e instrumentações tecnológicas. Outrossim, discute a validade da tentativa de matematização de certos parâmetros geológicos, propondo, como alternativa, a racional e intensiva observação fenomenológica da natureza, com destaque aos processos naturais atuais a que está submetida e às suas respostas às solicitações impostas por obras já instaladas, como a fonte principal e mais segura de dados para projeto.

1. 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 da geotecnia as observações indiretas obtidas de uma gama infundável de ensaios e instrumentações tecnológicas a cada momento mais sofisticados e dispendiosos.

Acreditamos que já se faz necessário iniciar um balanço crítico dos frutos desta tendência, com atenção a um balanço entre ganhos e prejuízos para a engenharia geotécnica.

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 relativizado e ponderado. Esse papel, cremos seja bem mais secundário e suplementar do que aquele que normalmente lhes vem sendo exigido.

Colaborando com esse objetivo, esse trabalho pretende expor algumas ideias que temos a respeito do tema e que estamos levando à prática na seção de Estradas da Divisão de Minas e Geologia Aplicada IPT, relativas, particularmente, ao tratamento da questão da estabilidade de taludes.

2. 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 forçam 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 no caso de 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 de empréstimo, 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. 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 generalizantes 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.), comportamentos anômalos (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 quantitativa particular tal que possamos, com segurança, considerá-las matematicamente no fornecimento de dados (entrada de dados) para equações e artifícios disponíveis para a 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 pretendida representatividade. Mas, a prática de nosso dia a dia vem evidenciando uma certa ingenuidade nestas recomendações. E mais do que um eventual descaso para com a importância dos cuidados recomendados, cremos que a causa mais provável provém mesmo da extrema dificuldade em se definir o que seja ou não representativo de um determinado maciço em estudo. Como amostrar 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 convivem em um mesmo espaço solos já em adiantado estado de alteração, núcleos resistentes à alteração, descontinuidades herdadas da rocha mãe, zonas mais e menos alteradas, fraturadas, etc.?

Como amostrar siltitos, argilitos, diamictitos das formações do grupo Itararé, quando muitas vezes não se torna possível sequer moldar os corpos de prova? E um corpo coluvionar? E um tálus?

E ainda, como definir um tipo de ensaio ideal que infira corretamente as condições hidrogeológicas (zonas de saturação, pressões de percolação, etc.) quando na maior parte 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 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 nos estudos de projeto e em eventuais dimensionamentos de medidas de contenção.

Vejam 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 em se levar em consideração a influência das rugosidades e irregularidades de uma descontinuidade rochosa no cálculo da resistência ao cisalhamento. Inclusive sugere-se 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 tais como a correção desta compensação quando a direção do deslizamento não é ortogonal às direções gerais das irregularidades, a consideração do espaçamento entre estas irregularidades, sua forma e gênese, situações de imbricamento, etc., torna-se procedente uma pergunta aos geólogos e demais técnicos familiarizados com o assunto: no decorrer de nossa atividade técnica quantas vezes nos 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 em cortes por abrir?

Em nossa opinião a utilização das técnicas de medida adotadas por Fecker e Ranjers, ou das ca-

tegorias 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. Consequentemente, 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 reais 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 refere-se ao mapeamento estrutural através de projeções estereográficas ou expedientes similares. Apesar dos maciços apresentarem normalmente direções estruturais preferenciais, algumas zonas se destacam por exibirem sistemas próprios autônomos cujas causas são complexas e variadas (processos de diferenciação magmática, zonas de descompressão, esforços localizados derivados de diferentes intensidades de resfriamento da rocha fundida, feições mineralógicas particulares, etc.). Deste modo, cada levantamento estrutural só é válido quando for corretamente restringido a uma zona individualizada de uma superfície rochosa que está sendo investigada. Uma vez que isto não seja obedecido, ou seja, quando junta-se no mesmo levantamento situações estruturais que não convivem o mesmo espaço no maciço, o que normalmente vem acontecendo, introduzimos enormes erros ao sugerirmos a possibilidade inexistente de combinações

de diferentes sistemas estruturais, ou ainda, ao sugerirmos a combinação de descontinuidades com amplitudes não similares.

3. FATOR DE SEGURANÇA OU TÁBUA DE SALVAÇÃO

Se publicamente é muito difícil para boa parte de nossos especialistas em estabilidade de taludes admitir sua insegurança diante dos resultados dos ensaios e das instrumentações por ele encomendados, intimamente por certo eles reconhecem essa fragilidade dos dados de entrada de seus cálculos de estabilidade. Como forma de compensar essa fragilidade o estrategema mais utilizado tem sido o adestrado manejo do fator de segurança (relação entre as forças resistentes e as forças atuantes). Isto normalmente se faz, a bem da segurança mais do projetista que do projeto em si, superestimando-se os valores dos parâmetros referentes aos agentes desestabilizadores atuantes e subestimando-se aqueles referentes ao conjunto dos fatores resistentes. Obtém-se assim a desejada maquiagem 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 dos 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 mais preciso pudesse situá-los em 7, 8 ou mais unidades.

Jambu, em seu trabalho *Slope Stability Computations*, chama a atenção: *“O valor calculado para o fator de segurança reflete consequentemente 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 consequência direta das questões colocadas, advém um grande problema adicional, o enorme e progressivo encarecimento das obras de contenção.

Ilustrando esta tendência, reproduzimos em seguida algumas exigências que Hoek estabelece em seu interessantíssimo trabalho “Estimando a Estabilidade de Taludes Escavados em Minas a Céu Aberto” (tradução 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 d'água horizontal sempre que haja suspeitas de condições excepcionais de fluxo descendente ou dúvidas sobre a drenagem;*
- na dificuldade de se desenvolver um estudo tri-dimensional 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.”*

4. 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 que 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.

4.1 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, senão os conhecimentos, mas pelo 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, a análise das quais, no entanto, se bem que apaixonantes, 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.

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

Sem dúvida esse contexto inibe o desenvolvimento de técnicas e métodos de análise mais simples e práticas, que possam ser utilizados, sem constrangimentos, por um maior número de técnicos.

4.2 Interesses econômicos

No entorno de qualquer atividade humana é natural que se estabeleça toda uma estrutura comercial surgida da necessidade em se suprir esta atividade de insumos materiais, assistência técnica e serviços especializados.

No campo de geotecnia não poderia ser diferente. Surgiu assim a produção industrial de aparelhagem para ensaios e instrumentações e os laboratórios especializados para sua execução, que cumpriram e cumprem um papel bastante importante no próprio desenvolvimento técnico do setor.

Porém hoje, talvez já se faça necessário um questionamento crítico dessa situação, pois do contrário 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, uma situação onde a atividade comercial assume o papel determinante neste relacionamento, esforçando-se para induzir o desenvolvimento técnico e a prática técnica que melhor atendam as demandas de seu desenvolvimento econômico.

5. PROPOSIÇÃO DE UMA ALTERNATIVA: MODELOS FENOMENOLÓGICOS

Como subsídio à discussão das questões até aqui levantadas, desenvolvemos a seguir, resumi-

damente, algumas ideias que vêm sendo adotadas pelo Grupo de Estradas da DMGA/IPT no que diz respeito às análises de estabilidade de taludes.

A ideia básica é chegar-se à compreensão de um determinado fenômeno de instabilização não pela análise particular de qualquer tipo de ruptura ou de cada parâmetro particular 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 geológicos e geotécnicos intrínsecos ao maciço em questão com o tipo de solicitação a que esteja sendo ou tenha sido submetido (características geométricas do corte, posição na encosta natural, eventuais vibrações provocadas, condições climáticas, etc.).

Dentro deste contexto, o fim desejado seria a definição de modelos fenomenológicos padrões que traduzissem, para um determinado contexto geológico, o provável comportamento das diferentes formações geológicas diante de solicitações que lhe sejam impostas pela obra.

5.1 Instrumento de análise

Na definição dos modelos fenomenológicos ressalta como instrumento básico de análise, a nosso ver não excludente, mas hierarquicamente superior a uma campanha intensiva de ensaios e instrumentações tecnológicas, uma rigorosa e detalhada observação, em regiões vizinhas ou em áreas com características geológicas e geomorfológicas naturais semelhantes, do comportamento no tempo e no espaço das respostas de caráter geológico-geotécnico decorrentes de condições impostas por solicitações de obras já executadas (no caso, cortes).

Ou seja, de um lado há que se compreender o estágio e o processo atual da evolução geomorfoló-

gica regional, de modo que o projeto a eles se adeque e não a eles seja agressivo como normalmente vem ocorrendo (vide Serra do Mar), e de outro, aproveitar as obras aí já instaladas 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, 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 de rocha dependerão, numa considerável extensão, de nossa habilidade em explorar essa valiosa fonte de dados"*.

O próximo passo a ser dado após os estudos e análises acima sugeridos seria a definição de modelos fenomenológicos que relacionariam o tipo do terreno em causa (abrangendo todas suas características físicas naturais geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas, geotécnicas...) com o tipo de solicitação imposta, sugerindo qual o tipo de fenômeno mais provável e possível de ocorrer (colapso estrutural, ruptura plana, ruptura profunda, etc.).

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

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

Características geológicas	Tipo de solicitação	Fenômeno comum	Tratamento mais adequado
Argilitos e siltitos sedimentares rijos laminados típicos dos Grupos Passa Dois e Itararé na Bacia Sedimentar do Paraná	Exposição em taludes de corte	Desagregação superficial (empastilhamento) derivada de ciclagem natural seco/úmido. Efeitos: obstrução de sistemas de drenagem e rupturas por descalçamento progressivo de horizontes superiores	Proteção superficial contra variações intempéricas: cobertura vegetal quando a inclinação do talude permitir ou tela argamassada em taludes mais íngremes

Cabe acrescentar que para que estes modelos fenomenológicos possuam a desejada propriedade extrapolativa, isto é, para que se possa enquadrar determinado local ou caso dentro de um determinado modelo fenomenológico, há que se definir perfeitamente sua área ou condição de validade.

Uma primeira tentativa de estabelecimento destes modelos para formações sedimentares da Bacia do Paraná 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 adicional 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.

De forma alguma essa sistemática pretende prescindir do uso de ensaios e instrumentações nas análises de estabilidade de taludes, mas apenas dar um peso relativo menos absoluto para esse uso, entendendo-os, ensaios e instrumentações, como valiosos recursos complementares da análise fenomenológica.

5.2 O método dos modelos fenomenológicos firmando-se como uma tendência

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 em cálculos de estabilidade.

O primeiro método, o “precedente”, aplicar-se-ia onde as condições meteorológicas e geológicas são similares aquelas 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 para 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 uma parte do corte para outra, de modo que uma exploração detalhada numa área do corte pode não ser válida para outra seção do mesmo corte”.

O terceiro método “cálculos de estabilidade” envolve grandes desprendimentos de tempo e dinheiro e sua aplicação só deverá ser feita quando isto pode ser justificável. Apesar disto os autores relembram seu valor histórico, pois que há alguns anos atrás 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 possa se refletir em uma tendência mais consistente dentro de nosso meio técnico.

6. A INSTRUMENTAÇÃO TECNOLÓGICA

Também no campo da instrumentação de cortes e aterros para o controle de comportamentos geotécnicos, observa-se hoje uma tendência em se adotar aparelhagem cada vez mais cara e sofisticada, fatores que na maioria das vezes não estão sendo justificados frente 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”.

Por fim, chamamos a atenção de nossos colegas para a quantidade de sistemas de observação que dispomos, simples e baratos, e que estão sendo relegados a um segundo plano. Selos de argamassa ou lâminas de vidro, referências topográficas, evidências no terreno, trincas, árvores,

embarrigamentos do terreno, espécies vegetais predominantes, medidores simples de NA, acompanhamento fotográfico, informações e testemunhos de pessoal ligado à obra ou à região (mes-tres ou moradores), estágio de trabalho de pequenos cursos d'água perenes ou transitórios, cravação de tubos simples de gesso em diferentes profundidades, etc.

Há que se considerar ainda um fator impor-tantíssimo, qual seja a inibição à pesquisa e ao desenvolvimento próprio de novos sistemas de observação provocada pelo fluxo acrítico de uma tecnologia externa alheia às nossas realidades.

7. INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS, A IMPORTÂNCIA DE UM ACERVO DE DADOS

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

Um outro aspecto da mesma questão, e que reputamos extremamente grave, refere-se à dis-persão dos resultados obtidos através de milha-res de investigações, sondagens e ensaios já exe-cutados em nosso país nas suas mais diferentes condições geológicas. Em que pesem algumas iniciativas inglórias, não podemos falar hoje em um acervo tecnológico nacional publicamente dis-ponibilizado, pois os dados que o constituiriam estão dispersos nas mais variadas empresas que um dia os produziram, quando não totalmente perdidos.

Houvesse organizado este acervo (e acredi-tamos que isso ainda possa ser realizado 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 raras situações muito especiais.

REFERÊNCIAS

COSTA NUNES, A.J. (1974) Estabilidade de talu-des Rocha e Solo, Relato 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 stabi-lity in Residual Soils, Panamerican Conference on Soils Mechanics and Foundation Engineering, San Juan, VI Anais.

FECKER, E. e RANGERS, N. (1971) Measure-ment 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) Estabilida-de de taludes naturais. Instituto de Pesquisas Tec-nológicas Divisão de Minas e Geologia Aplicada - Grupo de Documentação.

HOEK, E. (1972) - Estimando a estabilidade de ta-ludes 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 Con-gresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, São Pau-lo, 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 Engineering, Casagrande Volume.

RUIZ, M.D. (1974) Estudo e Projeto de Estabiliza-ção de taludes em rocha (curso de Pós-Graduação; EPUSP).

SANTOS, A.R. dos (1974) A geologia nos projetos de estabilização de taludes, V Congresso Brasilei-ro de Mecânica dos Solos. São Paulo VI Anais.

TERZAGHI, K. (1962) Stability of steep slopes on hard unweathered rock - Revista Geotechnique, V.XII, n. 4.