

VICTOR DE MELLO

Para começo de conversa, eu queria tornar minhas as brilhantes palavras do colega Epaminondas, cumprimentando o Eng<sup>o</sup> João Francisco por um relato que realmente foi magnífico, além de extremamente conciso e completo, muito bem documentado. E ademais, não posso tornar minhas as palavras do Epaminondas num outro aspecto singular, que é meus cumprimentos ao próprio Epaminondas por ter depois complementado o relato com questões tão bem selecionadas para debate. Agora, eu ia subir aqui para mencionar outros itens, e não imaginei que subitamente iria ter que esposar a causa das drenagens diretas, em vez das drenagens indiretas. Mas, por coincidência, em junho, mais ou menos, quando preparei um trabalho para o Simpósio do Alto Paraná, inteiramente independente do que o Roberto Monteiro de Andrade estava mencionando aqui, havia chegado essencialmente às mesmas conclusões. Eu sugeriria que os que quisessem, passassem a ler o meu trabalho sobre barragens-gravidade na geologia do Alto Paraná, no qual me parece que o princípio básico é o seguinte: evidentemente eu quero drenar onde eu quero. Não é "fi-lo porque qui-lo", mas "fi-lo porque o quiz". Em outras palavras, eu ponho ferragens para tração onde existe tração. Ora, eu ponho drenagem onde existe sub-pressão, e a sub-pressão existe onde existe diferença de permeabilidade. A diferença de permeabilidade da rocha fraturada para o concreto é da ordem de  $10^{-5}$ . Segundo o Roy Carlson, corrigindo BR com relação a AR - "before Ruth and after Ruth" (Terzaghi) - seria muito mais ainda.

O fato básico é que a razão para haver aquelas sub-pressões que são dogmatizadas por diagramas padronizados, é o fato de que o concreto serve como um impecilho à drenagem e portanto obviamente cria algo como aqueles diagramas que todos nós conhecemos. Drenos subverticais interceptam, muito bem mencionado, feições sub-horizontais, etc.; porém, por mais que o façam, vai sempre haver um fluxo, e portanto um certo diagrama de sub-pressão, enquanto que drenos sub-horizontais justamente colocados onde a sub-pressão quizer se desenvolver, as eliminariam inexoravelmente.

Desculpe Sr. Coordenador de Debates, eu feri justamente o regulamento do Decreto Lei que o Senhor impôs antes de ele ter sido aprovado pela Assembléia. Nós estamos numas contingências dessas, em que as coisas entram em vigor até que provadas em contrário. Então, desculpe-me mas o que eu vim aqui dizer era que todos nós, não só frizamos continuamente, mas parece que ganhamos a vida fazendo frizar, sempre, que cada caso é um caso singular. Ganhamos a vida fazendo isso! E no entanto uma coisa que eu tenho encontrado em tudo quanto é lugar é que, em qualquer momento em que se queira discutir um caso como caso singular (aliás isso o Epaminondas mencionou muito bem), cada empresa projetista, que sempre dedicou o seu melhor para um determinado projeto, portanto é aquela que mais resiste a qualquer discussão daquilo que emitiu. Portanto advoga códigos russos, chineses, noruegueses, "Bureau of Reclamation 1935", ou François Levy 1899, ou seja o que for, para documentar aquilo que ela adotou. E é curioso isso, porque realmente nós estamos perante um problema de princípios.

Agora, finalizando apenas a questão, digamos, tentando ser um pouco mais mineiros entre o vertical e o horizontal, que tal se a gente picotasse com um montão de furinhos o fundo das conexões dos tubos horizontais e no final ficasse com horizontais e verticais, tudo numa feliz conjugação?

Porque todo mundo sabe que fazer um montão de picotado, de furros rockdrill até 6 metros de profundidade, etc., é baratíssimo, e não faz perder a resistência da rocha.

Então continuemos. Eu vim aqui discutir esse fato, de que cada caso é um caso singular e portanto neste problema nós todos deveríamos abrir mão de normas, não só americanas, ou seja qual for, qualquer norma, a não ser como uma indicação preliminar para aquilo do que tivermos que pensar. Bom, então passemos a discutir alguns dos pontos levantados pelo Relator.

Medidas de deslocamento. Eu tenho a impressão de que existe um histórico aqui: medidas de deslocamento passaram a ser altamente desenvolvidas em função de estruturas hiperestáticas de barragens em arco. Antes disso, desculpem, os senhores procurem to

da a bibliografia existente, pouca gente jamais se interessou pelo assunto. E por isso eu interpreto que em barragens de grande medida de deslocamento, etc., teriam sido para nós um vício de origem. Por que é que medimos e para que medimos? Bom, vamos subdividir isso em dois itens: primeiro, de mansinho, uma razão básica todos nós conhecemos; estão aqui tanto os clientes que nos pagam quanto nós que fazemos nos pagar, de modo que é uma espécie de auto-confissão. Existe uma razão básica: é gerar trabalho. Afinal de contas, todo mundo está sem o que fazer. De modo que, gerar trabalho não só no sentido de trabalho de escritório, mas trabalho de publicação, o tal de prestígio e tudo o mais. Mas enfim, afora isso, por que e para que medimos? Então vejamos o seguinte: Recalques! Eu diria, minúsculos! Eu vi menção de recalques de 0,1 milímetro! A que nível de homeopatia estamos chegando em obras civis? E segundo, recalques em rochas ou materiais rochosos. Mesmo nos prédios de Santos, em que na década de 1945 a 55 por aí, se media os recalques de prédios, 10, 12 andares, etc. Pouco a pouco eu acho que nos últimos 10 anos ninguém mais mediu nenhum. Por que? Porque todo mundo já sabe que os prédios recalcam da ordem de 1 metro, 1,5, 2 metros, e todo mundo fica confortabilíssimo em ir descendo pouco a pouco, gradativamente, chegando mais perto do centro da terra, no final de contas. Por que não?.

Ora, o que eu pergunto é quanto à real necessidade e eventual preocupação: é um ensaio mental. Por que é que antes de medir uma coisa os senhores não se perguntam: escuta, se eu for medir um milímetro, que diferença faz? E se em vez de 1 milímetro for 10 vezes mais? For 1 centímetro? Que diferença faz? Nenhuma. Confessem. Ao se enxergarem de manhã cedo em frente ao espelho, ao fazer a barba, confessem, não faz diferença nenhuma, é para isso que foram inventadas juntas Fugenband: para não rasgarem com deformações até da ordem de 2, 3, 5 centímetros. E por todo o lado do mundo é para isso que elas foram inventadas, existem deformações rotineiras menores que nunca ninguém pretendeu medir. Agora, nós queremos medir, naturalmente!

Agora, o seguinte: deslocamentos horizontais. Também são pequeníssimos. Neste caso, lamentavelmente é muito pior ain-

da. Porque enquanto nós sabemos que as deformações verticais, em nada importam, a não ser que seja uma rocha que vá afundar, quer dizer, sofrer rutura de capacidade de carga, que não é o caso com uma barragem de 30 ou 100 metros. Mas, enfim, quando não são aquelas verticais que deceleram, no caso de deformações horizontais, elas são pequenas porém piores. Nós não sabemos qual é o valor admissível. Imaginem a hipocrisia! Que farseus! Nós não sabemos nem se estamos rezando o Torah ou o Alcorão. Mais! Somos absurdos! Vamos comparar com o que? Com o projeto. E o que é o projeto? Uma idealização baseada num perfil e comportamento subterrâneo dignificado. Então eu admito certas coisas e no fim então, uma análise de elementos finitos muito rebuscada etc., dá 3 milímetros. Então eu vou comparar a medição contra o que eu projetei, e daí? Se der certo quer dizer que estava certo? Se der certo é uma daquelas felicidades com que Deus frequentemente beneficia os ignorantes - a recorrência de uma vez em 10.000 de coincidência entre o calculado e o projetado.

Bom, mas enfim, o ponto fundamental é o seguinte: nós são sabemos qual é o valor admissível; ninguém sabe, quando eu digo nós não sabemos, é ninguém sabe. Segundo, não sabemos a partir de que ponto é que eles acelerariam, e se há algum problema, é este: aceleração a partir de um certo ponto. A ombreira esquerda da barragem de Castelo do Bode (barragem em arco). Depois de anos de vir sendo medida, sobe e desce, sobe e desce, vai indo, vai indo, vai indo, então eles perceberam que a coisa estava começando a acelerar. Então eles pararam. Mesmo que o coeficiente nominal de segurança estivesse 1.5, um determinado material pode entrar num novo fenômeno tipo degenerativo. E nessa hora mandaram reinjetar, etc., etc., Por que? Porque nós temos que trabalhar com previsões, com materiais que não estão em processo de deceleração e estabilização. Só nessa hora é que nós estamos trabalhando em obra de engenharia. No restante é tudo ficção, e além de ser ficção, perigosíssima.

Bom, então voltamos. Nós não sabemos com que valores acelerariam e depois? E o faríamos se as indicações forem suspeitas?. Os senhores estão com a barragem X, não vou dar nome nenhum; es

tão com uma barragem X qualquer, cheia lá no topo, não tem des-  
carga do fundo, não tem nada, e ela começa a acelerar. O que é  
que se faz? Fugir para Hong Kong?. Em que é que a medição ajude  
nessa hora? Algum de vocês parou para pensar se com 3 ou 5  
milímetros ela começa realmente a dar algum problema, o que é  
que vocês fazem? Então eu pergunto de novo; vamos ser honestos -  
tos, parar e pensar. Eu mencionei isso como Princípios de Projeto na "Rankine Lecture". Se eu não tenho uma porta aberta para  
prever como fugir elegantemente, eu realmente não estou fazendo  
projetos, estou tapeando. Tapeando meu cliente, a mim mesmo  
e à sociedade.

500.000 pessoas podem ser mortas numa inundação dessas em função  
de um problema desses. E enquanto isso, pagaram para fazer  
uma instrumentação e medições que não serviram para nada.

Bom, agora nesse assunto eu mencionei em Zurich, há pouco tempo,  
que uma medição vem sendo proposta há mais de 40 anos, curiosamente  
evidentemente, por alguém que se interessa porque tem que pagar: uma  
companhia de seguros de vida - a New England Life Insurance Co. e tal.  
Eles começaram com isso, depois os japoneses, o Landslide Disaster  
Prevention, etc., todos começaram a medir micro-acústica gerada por  
movimentos, e chegaram à conclusão de que a única medição que começa  
a preannunciar uma possibilidade da coisa envolver em vez de melhorar,  
é a medição de micro-acústica. É isso que eles usam nas minas, é  
isso que se usa em mecânica de rochas, é isto que eu proponho como  
medição de utilidade em taludes de enrocamento e como medição de  
barragens de gravidade. Eu não conheço as de arco, de modo que não  
posso dizer. Bom, mas então isso é o que deveríamos estar medindo.

Não vamos perder tempo simplesmente porque foi introduzido em  
São Simão o pêndulo invertido, etc., etc. Não me recordo quanto  
foi, o milhão de dólares que a Cemig custeou, etc. Bom, não sei,  
mas simplesmente o que foi introduzido em São Simão, que era uma  
nova experiência, uma nova escala. Agora, uma barragem de 30 metros  
de altura também vai ter pêndulo invertido e tudo o mais, etc., para  
medir 0,120(?). Sinto muito para o Brasil.

Quanto à trinca de montante na rocha junto ao calcanhar da barragem, a primeira indagação que nós devíamos fazer é a seguinte: simultaneamente tem que ser adotada a trinca de jusan - te? Curioso. Então o material traciona dos dois lados, quer di zer, está fazendo um "regime brutal". Mas enfim, o pior não é isso. Todos querem saber qual é o modelo geo-mecânico, etc., etc., tudo isso independentemente das tensões internas da ro - cha. Se o efeito da barragem é de tracionar, para saber se che - gou a uma tração ou não, eu estou com um tracionamento mais is - to não significa que eu cheguei a uma resultante de tração. Ela depende de quanto que eu tenho de compressões internas iniciais, e quem é que as mede, ou as mediu, ou as introduziu em seus cálculos? Agora, além do mais, se para uma barragem de 180 me - tros em Itaipu eu possa ter esse problema, tudo depende do que eu chamaria de altura relativa de barragem. 30 metros também sobre basalto são, também vai tracionar? Então qualquer sapa - ta, qualquer coisa e tal sobre solo também vai tracionar? Não, santo Deus! Existe uma relação de situações que temos que tentar observar.

Bom, finalmente com relação a drenos inoperantes, eu já espo - sei a causa de que isso foi uma fase espúria da engenharia ci - vil brasileira por má interpretação. Nesse trabalho do Simpô - sio do Alto Paraná eu tomei o cuidado, lamento, tive que fazê - lo, de reproduzir em inglês o que foi publicado na época pelas fontes citadas. A maioria das pessoas passa por osmose de ou - vido a ouvido, etc., não lê exatamente. Eu sugeriria que os se - nhores lessem, e os senhores iriam ver como é que nasceu espu - riamente esse aspecto dos drenos inoperantes. Eu acho que con - siderar uma certa ineficiência de drenagem seria razoável como qualquer coisa associada a coeficiente de segurança, etc.

Quanto a sismos induzidos, finalizando apenas, eu ponho uma - grande pergunta. Vamos deixar de lado a questão de magnitude e intensidade. Se eu fizesse assim uma pergunta aqui, quantos sa - bem qual é a diferença exatamente de um e de outro? Eu não que - ro que os senhores fiquem acanhados, eu mandaria apagar as lu - zes antes de levantarem as mãos. Mas, em segundo aspecto os jor - nalistas não sabem que quando mudamos de magnitude 5, para 6,

para 7, etc., etc., não é assim pertinho, 5 quase igual a 6; 6 quase igual a 7: isso é definido em escala logarítmica. Então é 10 vezes mais. De modo que cinco não é nada, 5 é aquilo que a gente nem sente. É como um ônibus passando ao lado, magnitude 5.

Bem, os sismos induzidos. Um dos piores problemas é este, é que enquanto nós não discutirmos isso sob o ponto de vista de tectonismo nós não saberemos dizer se uma grande série de pequenos sismos é favorável ou desfavorável. É como fazer hidrologia de orvalhos. Ontem à tarde eu ia tentar falar, mas alguém me antecedeu e disse que não queria abusar da paciência. Então nessa hora eu me disse, eu tenho que sentar, óbvio. Então, não falei ontem. Estou abusando hoje. Mas o fato básico é: por que não fazemos hidrologia de enchentes baseada em medições de sereno? Sereno, orvalhozinho. Por que não? Porque são dois fenômenos inteiramente distintos. Agora, a que ponto é que o sereno elimina a umidade do ar de modo que acabe eliminando a possibilidade de uma grande chuva, ou não? Análogamente, a que ponto que uma sucessão de microsismos elimina o grande sismo? Infelizmente até hoje não se sabe. Ninguém sabe no mundo. Todas as pessoas que estão fazendo grande comércio com este problema, mas intensíssimo comércio, não vou mencionar nomes porque todos os senhores conhecem, estão nesse grande dilema. O fato básico é que ninguém sabe se é melhor um lugar onde há um montão de pequenos sismos: inclusive se está fazendo atualmente em Denver, etc., provocando pequenos sismos para proteger umas grandes cavernas altamente estratégicas, etc., onde estará o futuro Pentágono, ou polígono, ou o que quer que seja que está enterrado lá, etc. Então está-se liberando energia com muitos micro-sismos na base de Hydraulic Fracturing simplesmente para evitar que apareça de súbito um grande sismo. Bom, será que a teoria é válida? Ou será o inverso?. O lugar em que há muitos sismos vai dar um grande sismo? Ninguém sabe realmente. De modo que quanto a sismos induzidos eu diria apenas o seguinte: quantos milhares de barragens existem em que nunca foi medido e nunca foi sentido? E

nunca nada ocorreu? Se transformassem isto em questões de recorrências de hidrologia, etc., etc., a que ponto é que nós devemos onerar toda uma sociedade com problemas de sociedades esclerosadas que tem que buscar chifre em cabeça de pulga para achar o que fazer? A que ponto é que nós temos a razão de fazer isso agora, quando nenhuma outra nação fez isto senão a partir de alguns 8 anos atrás?

Obrigado pela atenção. Desculpem.



VICTOR DE MELLO

Apenas para comentar tanto o Relator como o meu prezado xará, colega Victor de Souza Lima, eu concordo como professor e discordo como profissional. Nós não sabemos qual é o recalque admissível, qual é o recalque inadmissível. Nós sabemos qual seria o deslocamento inadmissível. E no meu entender, engenharia se faz tentando evitar o inadmissível. Quer dizer, quando ele mencionou 10 centímetros eu perguntaria: escuta, você teria calculado 10 centímetros, e aquela barragem deve ser construída? Eu saio desse barco antes! Mas se eu calculo 1 milímetro, ou dois milímetros, ou 5 milímetros, e dá mais ou menos 1 centímetro ou seja o que for, está dentro daquilo que eu sei que as minhas soluções admitem. As soluções da engenharia, são que eu tenho definido inúmeras vezes com uma pretenciosa frase: "nossa obrigação é estabelecer o descontínuo da decisão sim-não, no contínuo da realidade". A realidade é um contínuo, é um contínuo estatístico. Agora, perante essa realidade as decisões da engenharia são por degraus. Eu aceito apoiar na quota X porque sei que o recalque vai ser menor do que um valor reconhecido como inócua, admito por todos os cálculos com coeficiente de segurança, etc., admito que o recalque vai ser menor do que 2 centímetros. Agora, se eu não sei isso, então eu desço mais 2 metros, ou seja o que for. Então nesse sentido eu acho que o Victor Souza Lima está levantando uma certa dicotomia. Eu, como professor, como pesquisador, gostaria imenso de conhecer melhor o relacionamento entre calculado e observado, porém como profissional, desde que, tanto o calculado como o observado,

sejam menos do que 2, 3, 5 centímetros, fiquem sendo o que quiserem, eu diria. Bom, eu descanso, a minha solução admite isso. É dessa forma que eu procedo como profissional, eu estou mencionando como profissional.

Agora, sob o ponto de vista de dizer, eu não conheço tensões internas nas rochas: um australiano mediu isso, aquilo; não são só australianos; existem suecos, existe todo lugar do mundo, que este assunto está em discussão há muito tempo. Então o que eu poderia dizer é o seguinte: este resultado não é o resultado, é uma espécie de fábula de Grimm, ou de La Fontaine, ou coisa do gênero, mas vamos guardá-la como história de infância aguardando que se desenvolvam melhores conhecimentos, ou inclusive vamos fazer o seguinte: vamos admitir análises paramétricas. Se eu admito para tensões internas tanto, o que é que daria tal? Se eu admito tensões internas diferentes, quer dizer, estabelecer uma espécie de variabilidade de dados, mesmo que eu não tenha condições ainda hoje de obtê-los "precisos". Nós nunca vamos chegar à culminação de termos os dados "precisos". Ontem eu ouvi aquele debate todo sobre dados em bacias, dados carentes. Desculpem-me, o deleite da engenharia é que nós estamos sempre carentes, isto é, de dados, oxalá não de dinheiro. Mas o ponto fundamental é que em engenharia sempre se toma decisões com dados carentes. E é isso que é o deleite da engenharia.

Agora, finalizando, apenas quanto à questão do micro-acústico ou não, em minas e outros, não só minas mas até para qualquer escavação subterrânea! Para essas obras permanentes, etc., usa-se isso, e o que eu menciono é o seguinte: se eu tenho dois processos, ambos não me dizem nada até um determinado momento; porém na hora em que eu começo a entrar para uma fase de sinal amarelo ou vermelho, é o perigo. Um diz e o outro não diz; qual dos dois métodos é o que eu vou começar a usar? Nenhum diz nada no momento, enquanto eu estou na escala de 0,1, ou 1 ou 2 milímetros, nem um método nem outro. No entanto a perspectiva é que, quando (ou se eventualmente) começar a acontecer algo que possa levar a um problema, um vai dizer e o outro não. Então nessa hora eu acho que nós deveríamos investir no segundo e não no primeiro. Aliás, desculpem, como de costume, toda vez que eu lanço uma idéia dessas eu descubro que eu estou atrasado. Eu recebi uma dezena de cartas de várias pessoas de vários lugares

do mundo, que estavam por acaso naquele congresso de instrumentação em Zurich, dizendo que eles apoiam inteiramente, que já estão usando essa idéia e realmente é muito mais fácil usar em barragens (por exemplo o ISMES de Bèrgamo) onde tudo é calmo, etc., do que em minas. Em minas a grande dificuldade é usar o processo justamente por causa dos ruídos de fundo. Obrigado,

Essa discordância, as dificuldades de decisão, e as boas ponderações tão bem colocadas pelo Pierre, levam-nos a lembrar uma definição de Engenharia Civil feita pelo nosso querido Victor de Mello. O Victor definiu a Engenharia Civil como sendo "a decisão face às incertezas, nunca uma certeza". Acho que dentro desse espírito é que nós a temos que encarar.

Muitíssimo obrigado a todos, e agradeço de forma especial aos três elementos da Mesa e aos Debatedores.