

Muito obrigado. Também quero começar minhas breves palavras, com as maiores congratulações ao Relator por um brilhante relato e por um interesse e um entusiasmo muito louvável em pretender que nós nos exponhamos aqui a algum bombardeio para focalizar assuntos que estão custando ao país multimilhões de dólares. Então, sem ter conhecido o pronunciamento de 1948, Rotterdam, lamentavelmente eu quero aproveitar as palavras do Prof. Costa Nunes para voltar um pouco ao aspecto histórico dessas questões. O Dr. Souza Dias me permitirá uma breve recordação da honra com que nos concedeu em nós projetarmos a barragem de Graminha, que resultou uma barragem muito bonita, linda, curva, barragem de terra, etc. Minha mulher em geral diz que todas as minhas barragens são horrorosas, que eu deveria fazer barragens de concreto, bonitas como as do Lajinha, etc. Que as minhas não passam de qualquer morro, que qualquer pessoa nem olha, só as vacas pastam. Mas a barragem de Graminha felizmente foi muito bonita. E uma das razões pelas quais eu apreciei a barragem de Graminha, que eu projetei, desculpe-me deste despudor, essa falta de modéstia, é porque eu bolei a idéia do arqueamento sem ter sabido que o Casagrande já o tinha pronunciado. Não sou russo, não pretendo ter descoberto a Lei de Newton, mas realmente vocês conhecem aquela sensação agradável que dá quando vocês bolam um troço e é estar ----- . Bom, foi isso que me aconteceu quando em 1957, Casagrande chegou e disse: "a coisa certa é fazer arqueamento". Eu já tinha pensado assim, portanto, obviamente está certo. Então me permitam com toda candura e com mais ênfase do que nunca, ratificar o que disse o Prof. Costa Nunes. Minha culpa, minha máxima culpa, perdoem o entusiasmo jovem, estava errado, obviamente errado. E de onde é que decorreu? Decorreu principalmente do aspecto que eu vou mencionar.

Barragens de enrocamento solto, com faces diversas, de concreto, etc., deformações grandes que sofriam e a vontade de entrarem então em compressão das lajes. O Prof. Nelson de Sousa Pinto mostrou aqui os desenhos da barragem de Foz do Areia, a grande diferença que surgiu entre barragem de enrocamento, entre enrocamento solto para enrocamento compactado, foi naturalmente o problema das deformações. Deformações devido a represamento chegavam a ser de 5% de h , h sendo a carga hidráulica, portanto metros, e por isso se arqueava porque todos vocês sabem que uma ponte é feita com uma sobre-elevação, porque mesmo vendo uma linha reta, a gente

fica com uma impressão que está descendo, até vacas, cabritos quando vêm uma ponte assim preferem não atravessar. É preciso sentir que ela está subindo, é preciso haver nitidamente a psicologia de que ela tem um pequeno arqueamento, porque qualquer impressão de ser reto, dá impressão que vai afundar. Bom, então por esse motivo, a barragem que deformava muito, foi arqueada. E nós partimos para o mesmo raciocínio em barragens de terra. O Prof. Costa Nunes mencionou belissimamente que não funciona. E não funciona porque não são barragens de terra compactada, não deforma tanto e realmente julgamos que estamos ganhando algo que não se ganha, porque não existe o efeito da aplicação de pressão sobre membrana. Eu vou voltar a esse tema com relação a abraços. Abraços lá não é meramente eu me despedir. Aproveitarei também do tema, mas em princípio acho que em sequência. O problema da Mecânica dos Solos de redes de percolação não foi suficientemente abordado sobre o ponto de vista transitório. Como é que se instala uma rede? Todo mundo admite a rede já existente. Perdão, ela tem que ter um tempo de aplicação. E então o que acontece é o seguinte: existe, se houver um enchimento de represa muito rápido, existe um tipo de carregamento a curto prazo, tipo membrana, quer dizer a pressão triângulo hidrostático aplicado sobre a face de montante. Mas isso é uma fase muito transitória, e depois pouco a pouco se instala a rede. Ora a rede se instala de uma forma inteiramente diferente do que diz a teoria. Por que? Porque ela se instala primeiro mais rapidamente onde o material está saturado. Então na base, as pressões são transmitidas instantaneamente em meios incompressíveis, portanto a pressão da água se transmite instantaneamente na parte inferior onde o núcleo ou a barragem está saturada. Enquanto que na parte superior, ela demora muito mais. Resultado: existem umas redes transitórias que não são a rede clássica de comprimir, como nós a julgamos. Então, só para finalizar este aspecto de ombreiras, muito depende do tipo de ombreiras. Se a ombreira fosse um enrocamento, digamos um enrocamento solto, que forçasse uma drenagem, e uma rede de percolação, tal como ... Posso aproveitar aquele desenho do Nelson Pinto? Vocês todos conhecem o belíssimo comportamento de um aterro argiloso solto lançado à montante, simplesmente pelo fato de que a pressão de percolação força uma compressão, cortar a compressão sobre is-

to é um elemento extremamente importante, e então neste sentido se a ombreira tiver uma facilidade de permitir rede de percolação que force percolação para dentro, ela estaria permitindo a compressão com que nós estamos hipoteticamente contando para favorecer o apoio, o encosto de uma barragem arqueada. Mas em média geral, nós não estamos permitindo nada disso. Resultado: acho nada melhor uma pessoa que dá a mão à palmatória, eu estou dando. Nós historicamente entre 1956, projeto Graminha, da ordem de 1970, por aí, persistimos num erro, um erro de lógica, lógica espúria. Tal como enfim, a maioria das pessoas morre na cama, portanto a cama é o maior agente mortífero, mas a doença mais trágica do ser humano... Bom, então vocês me perdoem, não façam, não façam contatos arqueados que realmente não interessam. Bom, passando então aos abraços, eu da mesma forma digo, eu pergunto: o conhecimento atual permite a concepção de projeto baseado somente no contato transversal, ou seja frontal? Eu diria sim, obviamente. Um abraço nada mais é, um encontro nada mais é do que uma ombreira sintética belissimamente concretada, muito bem executada, etc.... Portanto, se nós estamos permitindo todas as espécies de contatos de ombreiras, barragens de 250 m, 300 m de altura contra uma rocha irregular, etc... com contatos da ordem de 0,3 h. O que seria de errado em fazer um corte frontal contra uma ombreira sintética de concreto? Nós temos perfeitamente o conhecimento para fazer com que o abraço seja frontal. Ainda há poucos dias, há um mês e meio e tal, recebi uma consulta referente à barragem de Guri, em que também o Prof. Vaughan também estava. Também o mesmo problema, encontro frontal ratificado, que não tem absolutamente dúvida nenhuma, que é o que funciona, temos esse conhecimento. Agora, fatores que influenciam na eficiência ou não ineficiência do contato da face de montante. O relator mencionou fatores inúmeros e cada caso é um caso diferente como ele bem mencionou. Mas parece no final, talvez não tenha ficado bem claro, como ele próprio mencionou. Compactação é um pré-adensamento. Então, até uma certa altura, as deformações, os recalques são pequenos. Então, nessa hora, problemas que surgem em função de recalques diferenciais não vêm em conta. Acima de uma certa altura, determinados outros parâmetros de recalque, movimentos passam a ser significativos.

Então, cada caso tem que ser apreciado de acordo com esse aspecto. E o relator mencionou muito bem o problema, digamos do contato de montante, quando eu tenho um talude, eu tenho tendências ao talude descer e abaular, tem obliquidades de tensões que provocam automaticamente o afastamento desta face de contato, afora possíveis movimentos para montante-jusante, etc., do bloco gravidade e da terra, etc. ... Um dado básico é o seguinte: que existe uma tendência desfavorável, se ela sempre se manifesta ou não, não vem ao caso, então se a tendência é desfavorável, não contamos com ela. Inclusive, se por acaso há qualquer tendência à fissuramento, é por lá que entra primeiro a rede de percolação e daí em diante, faz o que o Skempton chegou a chamar de pressão neutra de fissuras, a pressão neutra é altamente importante em Mecânica das Rochas. Então, entra na fissura ou na fissura potencial, entre o contato de concreto e terra e daí em diante, só pode tender a forçar ainda mais, prejudicar ainda mais esse contato.

A última menção, se me permitem, é porque foi mencionado a minha suposta proposta de uma face betuminosa para favorecer o recalque por baixo atrito no contato. Eu coloquei uma interrogação naquela hipótese. Eu pessoalmente não gosto muito dela. O ponto fundamental é o seguinte: não queremos ter um material de baixa resistência ao cisalhamento, de modo a poder cisalhar num contato em vez de tracionar? Então se ele cisalha, uma linha de terra desce e só aperta quanto mais descer. Isso é o que se deseja. Quando se fala em compactar mais úmido, não é tanto uma flexibilidade maior, mas é uma resistência ao cisalhamento menor. Há certos termos assim que são usados um pouco erradamente. Por exemplo, diz-se compactar mais plástico e por associação de idéias, portanto significa que é compactar um material de maior índice de plasticidade. Ora, o que tem uma coisa a haver com a outra? Só uma palavra que é comum aos dois - plasticidade. Plasticidade é uma diferença de teores de umidade. A diferença entre estar e ser, que hoje em dia parece já passou a ser conhecida de todos. Foi descoberta há cerca de um ano e meio, por aí. Mas estar plástico ou ser plástico são duas coisas diferentes. Então, o aterro compactado pode ser de uma argila que seja eventualmente plástica, mas não está plástica não. Nós queremos um

material que não tenha grande resistência ao cisalhamento para poder cisalhar no contato, continuando a ter um contato impermeável. Então, a hipótese de usar um material betuminoso eu só mencionei na minha "Rankine Lecture" pelo fato de que tem havido enorme sucesso no uso cuidadoso, criterioso, de materiais betuminosos para atrito negativo de estacas. Então, eu mencionei uma interrogação. Que tal usar? Não seria este o raciocínio pelo qual algumas pessoas já chegaram a usar isto? Não seria este o raciocínio pelo qual algumas pessoas, os europeus têm misturado bentonita para tornar o material mais plástico, com uma determinada umidade, menos resistente? Para baixar a resistência ao cisalhamento! Bom, eu tenho a impressão portanto que em questão de abraços, nós somos favoráveis a um apoio frontal, normal, da mesma forma como acabei de falar que não interessa o arqueamento, portanto também não interessa o ângulo. Eu tenho ainda desenhos que tinham todos normais. O ser humano em geral raciocina normal e depois é que passa para oblíquo, quer dizer o oblíquo não é o comum. Então toda experiência sempre foi de encontros normais. Só foi por um raciocínio, que eu lhes disse, minha culpa espúria, etc., que a gente passou a inclinar e tudo mais. Então, voltemos atrás num momento, que a gente descobre que aquilo foi um erro, foi um lapso. Então, apoio frontal, normal e material de preferência de baixa resistência ao cisalhamento e impermeável. O termo flexibilidade não é bem para o aspecto e o termo plasticidade leva à muita confusão, inclusive como todos vocês bem sabem, há plástica de concursos de beleza que é muito mais interessante.