

Começo por cumprimentar o Rui Mori por uma abordagem tão extensa e tão magnificante apresentada e, aproveitando o fato de meu querido chará Flávio Miguez de Mello estar aqui, eu queria fazer um apelo. Nós devíamos procurar picar os temas um pouco mais, para, realmente, finalizarmos com determinado assunto. Lamentavelmente, nós não temos história e quem não tem história está demasiadamente fadado a repeti-la. É muito pouco o publicado e, especialmente, quando é publicado, qualquer ruptura, logo em cima da hora, é sempre obviamente viciado, adulterado. Então, a idéia de fazer um outro semináriozinho sobre uma ruptura revisitada 10, 15, 25 anos mais tarde e fazer-se um fascículo sobre determinado tipo de ruptura, 2 ou 3 ou 4 rupturas de "piping" ou não, etc. Eu tenho a impressão que existe um certo momento em que a gente tem que dar por encerrado um certo assunto com a receita validada e válida para aquele estágio de conhecimentos úteis. A história de determinado assunto deveria ser essencialmente consignada com todos os conhecimentos que, na ocasião do acontecimento, infelizmente, são demasiadamente conturbados por fatores psicológicos, muito compreensíveis. Então, foram abordados aqui acidentes e incidentes de tão grande número e tipos que, realmente, não dá para sintetizar lições, de nenhum deles, especificamente.

Então, eu queria começar por aproveitar da barragem de Açú para mostrar-lhes que eu participei de uma tese, muito bem documentada, por pai Terzaghi e mãe Casagrande, etc., do filtro vertical de areia; tanto assim que mais de 50% do curso Harvard, MIT, etc., naquela época, era redes de percolação e tudo o mais. As primeiras barragens que nós fazíamos com filtro septo, tínhamos absoluta convicção que o filtro septo não precisava ir além do que 20, 30% acima da hipotética rede de percolação. Quer dizer, nós éramos infantis, acreditávamos piamente na parábola de Kozeny, homogeneidade, etc., etc. Então, os filtros eram feitos verticais até uma altura x . Pouco a pouco a gente chegou a conclusão: absolutamente não, está errado. O filtro septo precisa ir, no mínimo até o nível máximo, por que? Porque as trincas etc., e quanto mais alta a barragem pior; então, é uma destilação de uma experiência. Aqueles que ainda eventualmente queiram traçar redes de percolação façam-no mas, para seu divertimento, mostrem para seu guru e tal, e brinquem com ele, brinquem com a rede mas, não julguem que isso seja projetar uma barragem. Não tem nada que ver com o projeto de uma barragem. Então, eu dou a mão a palmatória, fiz isso, Casagrande e Terzaghi fizeram, e não o faço mais pois me canso de tanto fazê-lo como rotina da vida de profissional consciente.

Com relação a barragem de Açú há inúmeros aspectos: inclusive a barragem de Carsington ainda está discutido por Skempton e Vaughan imbuídos da idéia do "periglacial", "slickenside", etc. etc., aquela tal de argila amarela, no entanto esse assunto não chegou a ser adequadamente discutido na Inglaterra. Foi-me solicitado que eu reunisse um painel para discutir isso em nível internacional mas, o assunto estava demasiadamente conturbado ainda e não o foi. O fato básico é o seguinte: está em discussão se foram realmente "slickensides" na "periglacial clay" que não era tão extensa para justificar toda aquela imensa ruptura, ou se teriam sido predominantemente "slickensides" de compactação, de super-compactação de argila saturada como em grande parte foi no caso de Açú. Então, a teoria básica de "periglacial clay" foi uma forma de desviar um pouquinho da atenção do aspecto fundamental de construção e compactação. Quanto à apreciação inicial de Skempton e Vaughan, veja-se o Congresso Int. de Mec. Solos, São Francisco, Ago. 1985, e, já agora, quanto à outra interpretação (também subjetivamente condicionada) veja-se o artigo de Rowe em Geotechnique, Set. 1991.

Agora, em Açú, Rui Mori falou na escarpa preta mostrando aquele solo aluvionar, argila preta saturada que tanto chegou a ser usada, e o escorregamento sub-vertical acompanhando a escarpa preta. Ora, não mencionou que na mesma fotografia, em quase que mais da metade da fotografia, a mesma escarpa sub-vertical acompanha o filtro vertical de areia e o filtro vertical de areia passou a ser realmente um crime, sob o ponto de vista de que obviamente nós julgamos que uma areia tenha ângulo de atrito de 35° , mas refletimos que precisa ter pressões laterais para poder desenvolver isso. Na hora em que há um mínimo de movimento que qualquer barragem tem, um mínimo de movimento do maciço "abrindo as pernas" automaticamente, as pressões tendem a ser da ordem de zero e, portanto, um filtro vertical tem resistência zero; Deus permitiu em nossa infância que os filtros verticais em barragens de 10, 15, 25, 30, 35 m, dependendo de quanto deformem, são perfeitamente permissíveis, o que não significa que são desejáveis. Agora, a medida em que começa a ser mais grave o problema, eles passam a ser colunas sob o ponto de vista de distribuição de tensões na vertical e passam a sofrer a nível de tensões laterais. Ora, não existem círculos de escorregamentos. Aqueles meus alunos que ainda me dizem professor, eu ainda uso suas apostilas. Eu digo, lamento imenso, "santa porca miséria", porque eu jamais ensinei que uma mesma receita sirva por décadas consecutivas. Não existe nenhum círculo de escorregamento, todos os escorregamentos são ciclóides, são sub-verticais e sub-horizontais: e os sub-verticais acompanham o filtro vertical. Portanto, eu diria, os que quiserem usar filtros verticais façam-no com

cuidado, com muitas pílulas de aspirina junto, para prevenir o infarto, porque é permitida em certas circunstâncias mas, é liminarmente errado.

Aliás, diga-se de passagem, nós não temos o princípio básico de que qualquer superfície vertical, qualquer descontinuidade vertical numa barragem é um crime? Por que é que o filtro vertical seria o único permitido e não só o permitido, mas até o desejado? Então, o meu ponto de vista é de que nós deveríamos se possível, concentrarmos em revisitar 2 ou 3 ou 4 rupturas, no sentido de uma vez por todas, finalizarmos: olha, discutiu-se isso, aquilo, diria, mas, no fundo um consenso de pessoas neutras falando em 15, 20 anos depois do ocorrido concluiriam isto e destile-se esta experiência para a profissão. Eu pediria que esta tese fosse levada adiante.

Então, voltando ao caso de Pampulha, felizmente, o caso da Pampulha serviu para mostrar como uma certa tese era inválida, tese essa que naquela época era perfeitamente válida. Era a tese de que a impermeabilidade da barragem era dada pela face de concreto e a terra era o suporte, a terra teoricamente não era o elemento impermeabilizante, era a face de concreto que era impermeável e assim sendo, estaria muito justo e certo drenar todo o maciço de apoio. Então, tinha drenos, não havia naquela época, 1930 e poucos, quando foi feito o primeiro projeto, não havia ainda o conceito de filtro, difundido; então, os drenos chegaram até perto da face de concreto sem ter transições e filtros. Isso aí é, um grave erro. Hoje em dia, é sabido agora. Outro grave erro, era o seguinte: de como o todo da face de concreto foi construída. Como está mostrado nos desenhos, a barragem foi feita em duas etapas: tinha sido feita até uma certa etapa e o pessoal se entusiasmou. Vamos fazer um pouco mais alta! Então e, foi justamente, ao longo dessa junta de construção da membrana, que houve um abatimento, abertura de uma fissura que ao longo do tempo, tendo permitido percolação de água, começou a levar água diretamente na vertical até a boca dos tubos e daí chegou a um certo momento que a coisa foi de uma perversidade catastrófica. Sexta-feira Santa de 1954, aliás, a maioria dessas coisas acontecem mais ou menos assim, à meia-noite de sábado ou uma coisa assim. Bom, em resumo, o conceito de membrana impermeável de montante, continua na barragem de enrocamento, essa barragem de enrocamento estabilíssima sob todos os pontos de vista de drenagem, etc., etc., enquanto que a terra não era e aquele conceito estava furado. Não foi "piping" pela fundação: foi erosão e um princípio fundamental! Se é que há algum risco de ruptura, oxalá que nós tenhamos os fusíveis, os termômetros para mostrar o quanto antes. Ora, quando eu tenho uma laje de concreto pode haver uma grande cavidade. Como aliás o Luiz Hernani mostrou em relação ao arenito, pode começar a gerar-se uma grande cavidade por muito tempo sem que apareça nada à superfície. Apareceu só uma trinca e, realmente, lá dentro já estava carcomido um bom bocadão.

Obrigado, sempre tomo mais tempo do que deveria mas, o ponto fundamental é o seguinte: na medida em que a gente tiver trincas, maravilha, a natureza é feita para trincar e que elas nos sirvam para indicar antes de que haja cavidades, que aí é tarde demais.

Então, eu apelo, de novo, para nós destilarmos princípios de projeto. Com relação a Emborcação, eu estava mexendo numa barragem, Bechme lá no Iraque, eu acho que ela vai ser, vai para profundidade -250 m em vez de +250 (acima da cota); mas, enfim, nós estávamos com um problema seriíssimo de ajustar as deformabilidades dos elementos de transição para evitar o terrível efeito de silo, "hang-up", e estudamos e desenvolvemos umas soluções que me parecem viabilíssimas, simplíssimas, desde que a gente busque soluções em outros campos industriais e, não necessariamente, só na geotecnia. Obrigado.

Engº Cassio Viotti

Coordenador dos Debates

Prof. Mello, agradecemos a sua participação. Passo a palavra ao Presidente.

Engº Marcos José Lopes

Presidente da Sessão

Uns avisos para serem dados e um pequeno intervalo:

O CBGB comunica que a reunião dos coordenadores das Comissões Técnicas será realizada hoje à tarde na sala do CBGB, logo após o encerramento da sessão correspondente ao Tema II; a reunião da Comissão de Homogeneização do GCPS da ELETROBRÁS será realizada aqui no Hotel, na sala hoje ocupada pelo CBGB. Início da reunião do dia 14, às 8:30; no dia 15, visita à Xingó e no dia 16, das 8:30 às 12:00, a conclusão. Informamos que a BAHEMA estará apresentando um filme sobre a Caterpillar imediatamente após o encerramento desta sessão, na sala de TV, junto ao restaurante. Encontra-se à venda na secretária, exemplares avulsos dos anais do Seminário, no valor de Cr\$10.000,00, e pastas no valor de Cr\$ 2.000,00. Comunicamos que para o jantar de confraternização de hoje à noite, no Restaurante Augustu's os participantes deverão portar

proximidades da ombreira; esse filtro, ele subia e envelopava a galeria, por cima. Seguinte: uma outra vista da mesma galeria já com aterro quase cobrindo. O seguinte: entre os instrumentos instalados, nós instalamos medidores de recalque, de placa; a primeira placa foi instalada justamente na base da galeria, para controlar o recalque da mesma em relação à fundação e aí, justamente, a execução do furo de sondagem para instalação de um desses medidores de recalque. Seguinte: aqui os recessos deixados para instalação de células de pressão total e piezômetros na interface aterro/concreto. Foram instrumentadas duas sessões transversais, uma próxima ao eixo da barragem, outra mais a montante com células e esses piezômetros. O seguinte: um detalhe aí, foram utilizados dois tipos de células de pressão Mayhak de corda vibrante e IPT pneumática, as duas deram excelente desempenho e piezômetro tipo pneumático. O seguinte: podemos observar na parte de cima, a sessão transversal da galeria de Jaguari; são três câmaras, duas foram utilizadas para desvio do rio e uma para acesso a montante na câmara das comportas e abaixo é a sessão transversal da galeria do Jaguari com cerca de 10 m de altura por 8 m de largura. A barragem do Jaguari, que é a galeria de baixo, essa galeria ela ficou assente sobre 20 m de solo residual de granito-gnaiss e experimentou recalques máximos na região central da barragem que atingiram cerca de 0,93 cm até a época em que nós acompanhamos. Eu imagino que hoje esses recalques já estão próximos de 1m, de valores máximos. Foi concebido, então, para a barragem do Jaguari: ela ficou apoiada na parte central em rocha e nas regiões próximas às suas extremidades em solo de aterro, o material mais deformável foi escavado, foi substituído por aterro. De qualquer forma, as estimativas de projeto mostravam que os deslocamentos diferenciais poderiam atingir vários centímetros, tanto em termos de abertura quanto de cisalhamento e as medições confirmaram esses valores. No Jaguari nós chegamos a aberturas máximas de junta de cinco centímetros e cisalhamentos diferenciais entre um bloco e outro adjacente também de cinco centímetros. Concebeu-se, então, para vedação dessas juntas um sistema de veda-juntas convencionais PVC mas, sabia-se que esses veda-juntas não seriam suficientes para absorver esses deslocamentos, tanto é que depois nós constatamos visualmente, que, realmente, nessas juntas com abertura e cisalhamentos, esses veda-juntas romperam totalmente. E, como o sistema principal de vedação foi preconcebido a instalação de junta Jeene que seriam coladas na abertura prévia deixada na junta; aberturas essas deixadas com isopor. Essas juntas nós podemos ver aqui na transparência.

Nós podemos observar nessa projeção o primeiro resultado daquele piezômetro indicado em azul, tanto em cima, foi instalado na lateral da galeria próxima a uma junta entre tramos, e abaixo, a evolução da subpressão medida durante a fase de enchimento do reservatório, que é aquela curva superior indicada em traço cheio. Esse piezômetro não acompanhou praticamente a subida do reservatório, até o instante em que ocorreu um jato, nós podemos observar na parte superior à direita. A junta Jeene, ela foi instalada em condições de infiltração, já de algumas juntas, uma vez que se decidiu na fase já de execução, antecipar o enchimento do reservatório. Sabe-se que, realmente, a resina epóxi não consegue fazer uma colagem 100% em condições de umidade e o que ocorreu é que com o aumento da supressão na região, houve a ruptura da colagem da junta Jeene e houve um jateamento de lama pelo interior da galeria. Aquele tramo lá tem cerca de 5 m de largura e o jato de lama atingiu a outra parede da galeria e carrou em dois jatos ocorridos, em épocas diferentes, cerca de 2 a 3 m³ de solo. Aí decidiu-se proceder a injeção de calda de cimento na região e, realmente, após a injeção de calda de cimento, a gente pôde observar que, realmente, conseguiu-se vedar aquele vazão que havia sido formado na região da junta e restabelecido praticamente, as condições que vinham ocorrendo em termos de pressões neutras na área. Quer dizer, a lição aprendida com esse incidente é que muitas vezes condições imaginadas na fase de projeto, imaginou-se a instalação dessas juntas em condições secas e, realmente, a galeria do Jaguari, onde os recalques atingiram cerca de 1 m de intensidade com deslocamentos diferenciais maiores do que o do Jaguari o comportamento foi 100%, já no Jaguari com a colagem em condições de umidade nós tivemos esse incidente.

Eng^o Cassio Viotti

Coordenador dos Debates

Muito obrigado, obrigado João. Existe mais alguém que queira fazer alguma intervenção rápida? Algum comentário? Prof. Mello.

Prof. Victor de Mello

Debatedor

Tenho ouvido aqui continuamente e eu sei que faz parte da nossa tecnologia o uso do PVC. No entanto, eu gostaria de perguntar: quem é que indagou qual é a informação que nós temos, com relação à perenidade da condição reológica do PVC ao longo de duas, três, quatro, cinco décadas. Preocupa-se, enormemente, ver o que é que vai acontecer com nossas juntas de PVC.

Usina Hidroelétrica de Xingó

Eng^o João Paulo de Aguiar

Gostaria de, inicialmente, fazer duas referências com relação a pessoas que me tocaram de perto, neste Seminário. A primeira seria o Eng^o Carlos Alberto Amarante, que foi uma pessoa que me estimulou bastante para continuar em Sobradinho depois de Boa Esperança e em Xingó depois de Sobradinho. Nos idos de 1970, quando eu ia iniciar Sobradinho, Amarante sempre me chamava meu jovem, e, por ironia do destino, quando eu o encontrei pela última vez, na realidade, estava muito mais jovem do que eu. Eu disse: agora a gente vai ter que inverter, eu chamo você de meu jovem; eu estava já de barba branca. Infelizmente, a fatalidade o apanhou. Eu acredito que como técnico da EXCELSA, da ELETROBRÁS, como presidente por duas gestões do Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, o Amarante deu uma colaboração extremamente valiosa à engenharia brasileira e, no caso específico, a todos nós hidrelétricos e barrageiros.

A segunda pessoa é o Eng^o Cesar Cals de Oliveira, falecido no domingo passado. O Eng^o Cesar Cals, como engenheiro, tem um mérito excepcional. Há quase 30 anos, em 1963, ele iniciou a tarefa de construir uma usina no Rio Parnaíba, entre o Piauí e o Maranhão. Os consultores Henylzio Botelho e Victor de Mello devem se lembrar das condições em que se trabalhava na época, provavelmente mais difíceis do que hoje na Amazônia. O Botelho, que está ali rindo, certamente em algum instante ficou ilhado em Boa Esperança porque não havia saída terrestre e não pousava avião, e ia para a beira do rio esperar as balsas de buriti para ver se encontrava alguma comida. Então, o Cesar Cals merece esta homenagem pelo fato de ter iniciado a obra de Boa Esperança. Eu trabalhava na SUDENE e as cidades de São Luiz e Teresina eram servidas por usinas térmicas queimando lenha. A usina de Teresina era abastecida por lenha tirada das matas do Maranhão. Então, mês a mês, a gente ia acompanhando nas estradas o desmatamento, trabalho hoje realizado pelo satélite que, cada vez, avançava mais longe. Nos últimos tempos, a usina de São Luiz e a usina de Teresina já consumiam lenha que vinha de mais de 100 km de distância de desmatamento. Ele merece, então, essa referência pelo que fez como desbravador.

Eu inicio a palestra me colocando, me caracterizando muito mais como um hidrelétrico do que como um barrageiro. Originalmente, eu sou um hidrelétrico. Temos de agradecer, nós hidrelétricos, aos barrageiros que nos dão a satisfação, nos dão a oportunidade de podermos ter a emoção da nossa profissão de hidrelétrico, as emoções são um pouco diferentes. Eu me recordo, em 1971, quando começávamos, os trabalhos de engenharia de campo de Sobradinho da emoção que o Prof. James Sherard, teve em duas questões relacionadas com argila dispersiva. A primeira, quando ele foi informado que o nosso núcleo de barragens em Sobradinho é com argila dispersiva. O Prof. James Sherard teve conhecimento que em 2,3 km a jusante do eixo da barragem, o rio São Francisco tinha um banco de areia em permanente processo de reposição que dava granulometria 100% adequada para proteger a integridade do maciço. E a emoção, também, a vibração, que ele teve ao saber, e o Hilton Silveira conhece esse detalhe, que no Nordeste desde a década de 20 ou 30, os barrageiros do DNOCS, sem conhecer em profundidade o fenômeno da argila dispersiva, já tinham o sentimento dos seus problemas e preferiram fazer suas barragens com solo residual tirado de muito mais longe do que dos aluviões perto dos riachos. Essa era a emoção de um barrageiro, a emoção de um hidrelétrico vai muito mais no ronco do primeiro giro da turbina, no silvo da primeira fredda do gerador. O presidente da CHESF, Marcos Lopes, conhece a angústia nossa de correr para ver se o óleo torçado funcionou, se o espelho do mancal não está riscado, mas, de qualquer maneira, nós nos unimos na emoção conjunta de desviar rio, de subir maciço, de terminar, de concretar um bloco e, assim por diante. Então, queria me caracterizar como hidrelétrico, que está agradecido aos barrageiros pela oportunidade de poder se realizar profissionalmente.

Vamos dar uma passada rápida de energia para chegar a Xingó. Então, vejamos o seguinte: no ano que foi de outubro de 89 a setembro de 90, o Brasil gerou 228.000 Gwh horas ou 228 bilhões de kwh, dos quais mais de 95% hidrelétricos, uma pequena porcentagem de térmica convencional e, apenas 0,7% de nuclear. A África do Sul é praticamente toda térmica. A França hoje já tem quase 70% de energia primária nuclear para geração da sua energia elétrica e, no ano de 1989, a França consumiu 358 bilhões e 400 milhões de kwh. O Japão, a Austrália, os Estados Unidos, no ano de 89, a geração de energia elétrica foi de 2 trilhões de kwh, dos quais a grande maioria, térmica e convencional, térmica nuclear, hidrelétrica e outras fontes; a União Soviética 1 bilhão e 500 milhões, convencional, hidrelétrico e nuclear.

Em segundo lugar, esse trabalho resultou não só de uma pesquisa bibliográfica a nível nacional e internacional, mas, também, de uma experiência com base em pouco mais de 20 anos de acompanhamento de trabalhos de barragem, incluindo injeção de fundação.

Com relação à primeira pergunta do Relator e ratificada pelo colega Sérgio Brito eu tenho a dizer que na verdade, a conclusão completa é a seguinte: a injeção através de uma única linha de furos somente em raros casos poderá apresentar eficiência compatível com as necessidades para as quais foi programada, representando pura perda de dinheiro na maioria dos casos.

Isso quer dizer o seguinte: que quando se tem um objetivo claro para o qual foi programada a injeção é possível, inclusive que seja válida e bem eficiente, uma única linha injeção.

Eu quero apenas mostrar um slide, aliás antes de mais nada eu queria justificar essa minha conclusão baseada em duas assertivas, uma de consultor de nível internacional e outra na minha própria experiência.

No texto do meu trabalho é citada uma frase do professor Casagrande que diz o seguinte, com as próprias palavras dele, traduzidas evidentemente: "provavelmente, a grande maioria das cortinas de injeção de linha única nas fundações rochosas e ombreiras de barragens construídas no passado foram relativamente ineficientes na redução das perdas de infiltração e não puderam ser de muita confiança para os propósitos das análises de estabilidade".

Quando eu me refiro a minha própria experiência eu quero dizer sobre o problema da necessidade de ao invés de fazer uma única linha de injeção programar um pouco mais de uma, não digo de 7 ou 8, como já foram feitas em algumas barragens, mas quando eu digo uma, duas ou três a mais, significa o seguinte: que o fluxo pela fundação da barragem não é bidimensional, ao contrário, a rede de fraturamento reduz o maciço a blocos onde o fluxo tridimensional é muito melhor alcançado ou reduzido com um conjunto de sondagens que não se atinem a uma única linha.

Só para exemplificar eu gostaria de mostrar um caso como esse aqui, se eu tenho, por exemplo nesta região aqui, a necessidade de reduzir essa permeabilidade, de por exemplo, de 10^{-4} para 10^{-5} em torno disso é suficiente para o meu projeto, porém nessa zona eu tenho que reduzir de 10^{-2} para 10^{-5} também, é aí aonde eu falo que nesse ponto aqui eu posso conseguir com uma única linha o meu objetivo, mas nesse ponto aqui eu obteria muito melhor resultado se eu fizesse mais duas linhas a montante ou a jusante, inclusive, com a possibilidade de fazer linhas com sentido contrário do mergulho, com isso atendendo a todas eventuais variações de mergulho de descontinuidade.

É esse meu ponto de vista que ainda ratifica uma das conclusões do meu relatório quando diz que o tratamento não deve ser uniforme, nem sempre pode ser uniforme, porque se eu tenho uma fundação totalmente heterogênea, eu não posso tratá-la com a mesma uniformidade, sob pena de gastar muito dinheiro em toda a barragem ou deixar de tratar eficientemente uma zona mais problemática.

É por isso que acho que nesse problema, esse trecho aqui, seria melhor tratado com mais de uma linha porque o próprio Casagrande mostra que nesses dois casos, por exemplo, ele chegou a ter uma única linha, com espaçamento de 60 cm de furo e não adiantou nada para subpressão da barragem, que era o objetivo do projetista e muito menos para vazões.

Então, eu acho que o problema está aberto, isso não significa a palavra final, isso significa um ponto de vista explicitado com base em experiência internacional, em experiência do autor que já viu casos muito aberrantes por aí afora, de autores, de projetistas que programam injeção às vezes totalmente sem necessidade e às vezes deixam de projetar quando há necessidade.

Engº Joaquim Pimenta de Ávila

Coordenador de Debates

Agradecemos ao Walter Duarte. Prof. Victor de Mello quer fazer um comentário sobre o mesmo assunto.

Prof. Victor de Mello

Debatedor

Meus prezados colegas, não há nada mais constrangedor do que ter que falar sobre um tema no qual, no fundo, todos nós estaríamos de acordo, e que parece que a falta de tempo faz com que todo o mundo esteja em desacordo.

Eu sinto muito, mas por mais eminente que seja qualquer consultor, acabamos de mencionar o fato de que o Prof. Victor de Mello, rechaça, rechaçou cinco anos depois de ter usado o arqueamento da barragem de Graminha, rechaçou o arqueamento como tecnicamente válido e importante.

Da mesma forma Casagrande lá de cima que me ouça, evidentemente, Casagrande dois anos depois de ter publicado a sua Rankine Lecture se penitenciou terrivelmente pelo fato de ter escrito a sua maior besteira do mundo. Vai ter que se repetir: o assunto injeções mereceria ser investigado.

Todo o mundo disse: Prof. Victor de Mello está pensando em termos idiotas porque assuntos dessa natureza não são investigáveis. E eu recorri ao meu pai microbiólogo e parasitologista internacional dizendo se os médicos tivessem pensado nos mesmos termos, há 50 anos, não teriam descoberto nenhuma bactéria nem vírus nem nada. Enfim, em resumo, perdoem-me também um outro assunto: eu tenho a impressão que nós todos estamos de acordo mas, simplesmente, com uma grande dificuldade: injeções, cortina única ou não, etc., sempre foram encaradas, como o colega menciona, com relação a um problema que é mais simples que nós desejamos. E o cálculo simples, simplificado da homogeneização é mudar de 10^4 para 10^5 , etc. etc.

Nesse sentido tudo cai por terra, no entanto; se me permitem, pareceu-me que na minha Rankine lecture, uma série de publicações ulteriores de 1959 até 1989, têm publicado uns 15 a 20 trabalhos discutindo esse tema, não foram citados. Eu postulo o seguinte: que injeções são necessárias justamente para homogeneizar o terreno, para eliminar aquelas gravíssimas descontinuidades tais como foram encontradas em Jaburu, da qual eu compartilhei. Não estou mencionado no artigo, mas a Consultoria foi minha e o ponto fundamental é o seguinte: se nós tivermos investigações suficientes para garantir que não exista algo de extremo, uma cavidade fantástica ou um veio terrível etc., então, nós não precisamos de injeções porque para um meio homogêneo não precisa. Ora, como nós nunca temos investigações nesse nível, aí justamente nós precisamos delas, para que elas sejam injeções de investigação e de tratamento. E só aqui é que precisa ser tratado, que é aquele veiozinho que não cai dentro do 10^4 ou 10^5 mas 10^2 .

Eu estive, por acaso, envolvido durante dois anos e meio com relação a uma barragem que foi discutida agora, na guerra do Golfo, na guerra da CNN, barragem essa, feita com cerca de 80 e tantos metros de altura apoiada sobre 110 m de gipsita solúvel. Há 5 anos que as melhores entidades européias de projeto, construção, execução, injeções, etc., tinham que fazer 15 milhões de dólares ou mais de injeções por ano e a cada 2 meses a fundação toda lavava, desaparecia e tinham todos idéia completamente errada de que o que lavava era a rocha sã, solúvel. Nunca ninguém parou para pensar que é muito mais rápida a solução quando a granulação passa a ser menor, a rocha decomposta: e era essa a única que não podia ser tratada porque rocha decomposta reduzida ao tamanho de grão fino não se injeta e, assim por diante. Quer dizer, quando você começa a ver o assunto, sob este ponto de vista, tudo parece errado. Segundo, conforme o caso inverte e passa a ver do outro ponto de vista a coisa pareceu-me na minha estúpida egocentricidade que eu teria criado um meio para se discutir esse assunto em ambiente fértil.

Gostaria de mencionar ao prezado colega que eu tive a honra de ter começado as barragens do Brasil sem injeções, com a mesma preocupação dele e uma por uma, Santa Branca e outras, etc., tiveram os seus pequenos problemas.

Um problema de descontinuidade tratado por injeções ou drenagem; qual dos dois, aí depende não só do problema técnico, mas do problema psicológico. Por que é que uma vazão de 1 litro por segundo preocupa? ou não? Vejam o artigo de Santa Branca que eu mencionei ontem. O colega Henylzio Botelho, no Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, de Belo Horizonte, em 66, num trabalho, ele tentou avaliar tecnicamente, de novo dentro da teoria de homogêneos, as vantagens e desvantagens de impermeabilizações contra drenagens. Não foi mencionado, mas também foi estudado sob princípios de homogeneidade.

No dia em que eu tiver condições de tratar de estatísticas dos extremos, eu me sentiria muito confortável também. Na medida em que não as tenha, a única forma é, infelizmente, ir pesquisar agulha no palheiro até o momento de encontrá-la, se encontrá-la, tirá-la.

Infelizmente, injeções só são necessárias como processo de investigação e de tratamento onde mereça, daí em diante não é por 10^3 para 10^5 que faz qualquer diferença.

Se me permitem, então, de novo, gostaria que esse assunto fosse discutido com um pouco mais de retro-visão do que já foi feito. Se tiverem que negar tudo que eu disse, neguem que eu serei o primeiro a abraçar. Obrigado.

147.2 (159.2)
Melo

Prof. Victor F.B. de Mello

Presidente da Sessão

Agradeço à Comissão Organizadora deste XIX Seminário Nacional de Grandes Barragens pela honra que me é conferida de presidir esta importante sessão técnica.

O tema desta tarde é de certa forma uma extensão que se superpõe com o tema de hoje de manhã, porque todos os incidentes e, a posteriori, a situação um tanto crônica que é uma somatória de incidentes, podem levar a necessidade de reabilitações. Então de certa forma existe uma superposição e como hoje de manhã foi comentado haver só quatro trabalhos na outra sessão e, praticamente, 10 vezes mais nesta, tenho a impressão que até certo ponto o aspecto de discutir mau comportamento, acidentes, incidentes, como tal, é evidentemente, psicologicamente um tanto mais temeroso e, portanto, algumas das pessoas jogaram para a reabilitação o que poderia ter merecido ser discutido hoje de manhã, como primeiro passo de um mau comportamento ou um comportamento parcialmente indesejável.

Eu tomaria a liberdade de perguntar se alguém que esteja junto à porta poderia verificar se tem gente lá na sala, na ante sala, e se tiver pedir que faça o favor de avisar que nós estamos dando início à sessão. O tempo é curto, portanto com a presença dos nobres colegas que, evidentemente, já estando aqui demonstram o seu grande interesse e entusiasmo pelo tema desta sessão, precisamos começar.

Vamos dar início, passando a palavra, portanto, ao Relator, engenheiro Luciano para começar a sua exposição. Muito obrigado.

Muito obrigado ao Engº Luciano Nobre Varella pelo bellissimo e muito bem documentado Relato Geral. Passo agora a palavra ao Coordenador dos debates, para que ele anuncie o prosseguimento dessa sessão.

Antes de passarmos propriamente aos debates vamos fazer um intervalo de 10 minutos para o café.

Algumas informações: os interessados em participar dos debates, já foi dito pela manhã, devem preencher a ficha informando nome, empresa, telefone para contatos posteriores e encaminhar à Mesa para que nós possamos ordenar os debates. Uma outra informação: o trabalho sobre "Deslizamento de Encostas no Reservatório da Usina de Furnas, Estudos Hidráulicos Experimentais dos engenheiros de FURNAS", será debatido no Tema IV, amanhã, uma vez que naquele tema só existem dois trabalhos.

Passemos, então, ao cafezinho, rápido.

Enquanto a maioria vai ao cafezinho nós continuamos aqui no aguardo de inscrições que precisamos agilizar. Muito obrigado.

Face ao acidente com as barragens de Euclides da Cunha e Armando Sales de Oliveira, a CESP houve por bem proceder a uma revisão geral dos critérios adotados para o dimensionamento dos órgãos de descarga de suas barragens.

Conseqüentemente as vazões de projeto para a Usina Caconde foram alteradas chegando-se ao um valor de 2.500 m³/s.

Analisadas as condições de operação do reservatório (vazão 2.500 m³), constatou-se que para atendimento aos requisitos de segurança, compatíveis com o critérios adotados, o reservatório deveria operar segundo uma regra que exigia o seu rebaixamento, descarregando um volume apreciável de água, para permitir a criação de um volume de água capaz de amortecer a cheia de projeto. Da análise resultou que o reservatório deveria ser mantido à cota 847,30 na época de cheias (7,70 m abaixo do N.A. normal).

Como a cota da soleira da Tulipa é 855,00 igual ao nível d'água máximo normal, para se proceder ao rebaixamento do lago a única solução seria, como tem sido, utilizar o sistema hidráulico de geração e a descarga de fundo (comporta de regulação) que está interligada com o túnel de adução conforme vemos na figura anexa.

A comporta de regulação havia sido pouco usada até aquela época, além disso somente para aberturas parciais de 0,70 m, havendo também restrições para a operação desta comporta.

Com a finalidade de se eliminar estas restrições à passagem de vazões superiores a 100 m³/s foram programadas uma série de testes de vibração.

Quando da execução do último teste em julho de 1979, notou-se que havia problema na descida do stop log, com madeira e outros materiais presos nas ranhuras da descida dos stop log. Então foi feita uma inspeção sub-aquática para verificar se havia um rompimento de grades ou alguma outra coisa que pudesse ter acontecido. E foi surpresa quando se notou uma grande abertura na cota 849, dez metros abaixo do nível d'água. Houve uma implosão dessa parede de montante em torno da 849 até a cota 826.

A causa provável do acidente segundo avaliou-se na época, foi devida aos testes de vazão nas comportas, que com a abertura dessas criou um aumento instantâneo de vazão, que por sua vez provocou um rebaixamento de N.A. interno não compensado pelos furos nas paredes acarretando uma diferença de pressão superior àquela para a qual a estrutura estava dimensionada.

A Tomada d'Água de Caconde foi dimensionada para trabalhar com níveis interno externo d'água equilibrados, através de furos de 3" nas paredes frontal e laterais e que garantiam esta equalização de níveis.

Estes são os fatos e suas explicações, e perguntaria ao Sr. relator se gostaria que fosse mencionado algum outro detalhe. Não mencionamos pormenorizadamente em nosso trabalho, visto este se ater mais à parte técnico-executiva da recuperação e também porque as causas já haviam sido mencionadas em trabalho do Engº Aguinaldo Ricoy num Simpósio sobre Acidentes de Barragens em 86 em São Paulo.

Agradeço a oportunidade, temporariamente abro mão de minha condição de presidir e queria voltar a declarar que, obviamente, todos nós somos extremamente abertos à reapreciação contínua do que venha a acontecer com qualquer barragem e, evidentemente, em particular, se elas venham a correr qualquer risco em condição de reservatório cheio.

A probabilidade de ruptura de barragem com reservatório cheio deve ser mantida essencialmente zero, embora esse zero probabilisticamente jamais possa ocorrer.

Agora, eu tenho a impressão que estou falando em nome não só de minha pessoa específica mas, de várias outras pessoas. De um jeito ou de outro nós tivemos a obrigação de estar associados historicamente a várias dessas barragens que hoje estão sendo mencionadas como merecedoras ou exigidoras de gravíssima recuperação.

Eu pediria ao Comitê Brasileiro de Grandes Barragens que considere recomendar e mesmo normatizar que qualquer reapreciação séria de uma obra deva contar com valores novos mas, na medida em que os valores velhos não estejam ainda dinossauricamente caducos, que eles também sejam chamados a co-participar ou, no mínimo, tomar conhecimento do que está sendo escrito, etc. Esqueça-se o caso particular em pauta que me impele a ser proponente de moção tão importante, porque ela é terrivelmente importante em qualquer barragem do mundo, e particularmente em nossas obras que não contém com meticulosos dossiers de acompanhamento consciente desde as particularidades "As Built". Eu faço referência aqui ao trabalho de jovens colegas, evidentemente muito bem documentado mas, o trabalho não transpira essa documentação; refiro-me ao trabalho dos engenheiros Carlos Fernando da Rocha Santos e Nelson Ricardo Domingues, no qual eu, folheando agora mesmo, etc, vejo que há referências a escorregamentos superficiais, umedecimentos, etc. Passa a seguir a umas afirmações que, no contexto que eu reconheço como sendo, às vezes, indispensável, friza a situação de instabilidade que se demonstrou tão gravíssima, que exigiu a contratação imediata sem licitação, etc, do consultor, "por causa da gravidade". Enfim, nós sabemos que exigência de contratação sem licitação requer que seja um caso insólito, etc, etc. Tiremos essas lamentáveis contingências administrativas da parte técnica. O ponto fundamental é que se realmente o coeficiente de segurança da barragem com o nível d'água a 622 fosse 1,04, Santo Deus, fuja daqui rápido; e, como eu estava na Geotécnica, na época, pois a Geotécnica e eu próprio fizemos o projeto respectivo, gostaríamos de saber se jamais uma barragem poderia chegar a um coeficiente de segurança de 1,04 com relação a um "círculo de escorregamento". Círculo, idealização de cálculo antiquada que não existe, por mais que se queira não existe, o círculo foi inventado para simplificar cálculos que hoje em dia não são mais necessários, sendo feitos por superfícies diversas, etc. Pois, tudo isso então, sob um ponto de vista de uma exigência de reforçar com significativo volume de aterro adicional, o talude de jusante, "reforço", este inclusive questionável quanto a conjugação efetiva tensão-deformação.

Não nego que uma barragem pode necessitar isso mas, é um pouco estranho que depois de 30 anos, uma vez em janeiro outra em julho, outra vez em novembro, outra vez em julho, em distintos anos, é que apareça o tal umedecimento de jusante. Porque é que janeiro, julho, outubro, e de anos intercalados? Tudo isso é uma documentação técnica que seria extremamente necessário de se aprofundar um pouco mais para nosso conhecimento geral. Todos nós reconhecemos que sempre fizemos o melhor possível na respectiva época e louvado seja, que sempre fizemos uma grandíssima porcaria perante avanços futuros, mas não perante análises convencionais futuras, e não ao ponto de levar a gravíssima preocupação de uma barragem romper com represa cheia.

Então, eu gostaria que o Comitê propusesse que no futuro, na hora de haver um relatório desses, pelo menos, se desse ciência a quem esteve envolvido nos assuntos previamente, porque no final das contas, é um assunto que merece ser discutido por mais do que uma entidade. Muito obrigado.

Engº Geraldo Magela Pereira

Coordenador dos Debates

Próximo debatedor, Engº Andriolo, esclarecimentos sobre a revibração no concreto.

Engº Francisco Andriolo

Debatedor

O esclarecimento que se apresenta diz respeito ao Estudo do Efeito da Revibração nos Concretos Massa e Rolado, e que faz parte de um amplo estudo realizado por iniciativa da Construtora Noberto Odebrecht, para as obras do Aproveitamento Hidrelétrico de Capanda em Angola, onde estamos tendo a oportunidade de colaborar.