

carregamento, nós nos aproximamos, razoavelmente, do processo de adensamento, em que há contenção lateral completa.

A esta zona podem ser aplicadas, então, as teorias de Terzaghi. Agora, nas bordas, por exemplo, não é mais possível, assim como debaixo de placas carregadas, não é possível. Então, é preciso realmente considerar esta questão de terminologia de ensaio e de processo, ensaio e fenômeno; inclusive, há diferenças, entre ensaio e fenômeno; nós usamos a mesma expressão; ensaios de adensamento e adensamento no campo, para designar coisas diferentes; ensaio de adensamento é aquele com contenção lateral completa, e o adensamento no campo, como nós anteriormente observamos, pode não ser esse processo. Há portanto diferença entre ensaio e processo. Nós estamos falhando e fracassando em problemas de terminologia, e continuamos nisso; temos que resolver esse assunto de uma vez por todas. O colega João Batista Mendes vem e escreve lá os seus símbolos; o colega Icarahy da Silveira escreve (delta s) δ_s eu não sei se "s" é solo, se é sólido, etc.

Brás Alberto Gravina:

Prof. Victor Mello.

Victor Mello:

Senhores congressistas: num assunto que tem liberado tanta energia, eu tenho a impressão que nos conviria simplesmente parar um pouco e considerar o que realmente interessa e o que não. Porque chega um ponto em que essa energia toda está sendo dispendida por muito pouco valor. Então, eu gostaria de apoiar as palavras do Prof. Milton Vargas, no sentido de subdividirmos o assunto em três tópicos distintos: - o algébrico, o que já foi muito tratado, e está fora de co-

gitações; o de Mecânica dos Solos, e o Prático.

Ora, êsse que já está muito tratado e que motivou uma enérgica discussão de semântica, dir-se-ia que realmente diz respeito ao seguinte assunto: a que ponto haverá qualquer interferência de nossas formulações matemáticas no comportamento natural de um solo? Note-se bem, a natureza não tem obrigação nenhuma de seguir as nossas leis matemáticas, especialmente quando elas são tão simples quanto nós as somos obrigados a fazer; então se a natureza nos indica uma grande série de pontos e se um de nós entra com uma primeira simplificação de um engenheiro primário, duas retas, uma segunda simplificação de um engenheiro ainda semi-primário, uma parábola, e uma terceira eventual simplificação ou complicação, de dois comportamentos: um linear e outro hiperbólico, isso é escolha nossa; nós estamos apenas tentando representar a realidade da natureza, de como ela se comporta num ensaio artificial de compactação, em função de formas que nos ajudem ou nos atrapalhem; eu estou com uma ligeira impressão que nós estamos nos atrapalhando.

Então vejamos... todos estamos de acôrdo que realmente no ensaio, isto é, no fenômeno de compactação, obtém-se uma grande série de pontos. Eu também já fiz êsses ensaios de obter centenas de pontos, em "Três Marias" se me recordo; e não me recordo quais eram as variações que se poderia detectar experimentalmente, mas poderei publicar os resultados daquele ensaio interpretando as imprecisões decorrentes do cômputo do ensaio em relação aos três pontos, aos primeiros cinco pontos, ou aos primeiros cinquenta pontos experimentalmente determinados. Evidentemente todos nós sabemos que é ludibriar-se tentar imaginar que jamais alcançaria aquela precisão absoluta que nós todos julgamos que existe.

Então, o ponto fundamental é o seguinte: existe alguma descontinuidade de comportamento num ponto?

arbitrariamente fixado por um deus chamado R.R. Proctor? Então até um certo ponto de Proctor eu teria uma reta e depois teria uma hipérbole. Existe isso? O Prof. Milton Vargas mostrou muito claramente que não existe, naturalmente. Existirá como simplificação para nosso uso se quisermos usá-la para nossa felicidade e não para nossa discórdia geral. Então eu me entusiasmei com o trabalho do colega João Batista Mendes - em 1962 - quando o recebemos, e tive uma preocupação de mandar imediatamente fazer umas comprovações de ordem estatística, em serviços de diversas barragens para ver a sua aplicabilidade; chegamos à conclusão estatística, que talvez nada mais faz, do que confirmar o que êle indica, que realmente os erros são de ordem pequena, digamos $0,06 \text{ g/cm}^3$, numa gama de variação entre $1,5$ e $1,8 \text{ g/cm}^3$ ou t/m^3 de densidade máxima.

O erro da umidade é da ordem de 2%; e eu concordaria aqui plenamente com o Prof. Icarahy da Silveira, no sentido de dizer, que, possivelmente, em obras rodoviárias não tenha isso interêsse nenhum, mas a importância é enorme quando nós estamos discutindo barragens que vão alcançando alturas de 50, 80 ou 100 metros, e portanto os efeitos de pressões neutras são fortemente influenciados por uma variação de umidade para mais ou menos de 1% ou 0,5% ou 2%. Qualquer que seja a referência que nós tomamos, o fato é que o desvio de umidade aqui mencionado tem interesse perante a referência teórica ou prática, - as curvas de campo ou as curvas de laboratório, - em relação às quais nós projetamos a barragem para ser construída com uma certa umidade. E se por acaso a umidade passa a ser 2% mais do que nós estamos imaginando, nós temos problemas: eu já tive problemas! Agora, se isso dá problemas ou não em camadas rodoviárias eu tenho a impressão que na grande maioria das vezes não o daria.

Então, o problema da simplificação e da imprecisão, tem que ser medido de acôrdo com o tipo de obra em que êle vai ser empregado; nós não podemos estar discutindo barragens de 20m, com o mesmo gráu de capricho como barragens de 100m. Evidentemente, o assunto é inteiramente distinto.

Então, o método proposto dá um êrro da ordem de $0,06 \text{ g/cm}^3$, e dá um êrro da ordem de 1,9 a 2% de umidade. É muito provável que isto seja satisfatório em grande número de casos.

Agora vejamos se o método do colega João Batista Mendes é realmente prático; estamos agora com uma tendência de endeusar o próprio ensaio de Hilf. O próprio ensaio de Hilf, a meu vêr, está com a porta de saída já aberta. Está por desaparecer num futuro não muito remoto, aliás, quase que nasceu prejudicado, porque nasceu sôbre a presunção de que, o que interessa num atêrro compactado é o desvio da umidade em relação a um arbitrário, endeusado ponto de referência do "ótimo" de Proctor. Ora, não estamos querendo saber absolutamente nada, em relação ao desvio de umidade, a não ser para o contrôle de compactação. Quando se começa a investigar melhor o comportamento real de solos compactados, verifica-se que certos comportamentos, resistência, compressibilidade, fissurabilidade, etc., variam bastante em tôrno do "ótimo". Portanto para alguns casos, o ótimo real, ou ótimo desejado, seria diferente do ótimo de Proctor. Então... quer dizer, a idéia inicial de que um material é tanto melhor quanto mais denso êle seja, é uma primeira aproximação válida para começar-se a trabalhar, mas daí em diante não podemos endeusá-la. Então o próprio ensaio de Hilf, ao meu ver, tanto sob o ponto de vista teórico, como do ponto de vista prático, também está de saída. Sob o ponto de vista prático está de saída porque os trabalhos muito interessantes do Laboratório

de Engenharia Civil, de Lisboa, estão mostrando a aplicabilidade da resistividade para controle rápido de compactação.

Em vez da agulha de Proctor, todos nós conhecemos a sua curva de resistência em relação à umidade na agulha de Proctor - que era um método de controle rápido, usado até 1948 ou 1950, - por motivo da dificuldade do tempo de secagem. Quando apareceu Hilf então a agulha de Proctor desapareceu. Mas ao invés de se trabalhar com a agulha de Proctor que tinha dificuldade em todo e qualquer obstáculo, e é um ensaio demasiadamente localizado, portanto sofre de erros estatísticos violentos. Então o que o Laboratório de Engenharia Civil demonstrou é que a resistividade tem uma curva muito semelhante, e espetando-se os eletrodos em diversos pontos, a distâncias de 1 metro, 1,5 metro, 2 metros, em um atêrro recém-compactado, em matéria de 15 minutos se pode fazer 50 determinações de resistividade, e comparar com a curva chave, que seria obtida em laboratório. Portanto o controle de compactação de barragens, provavelmente daqui a mais uns anos, se todo o mundo quiser ler - um dos grandes problemas é que ninguém lê o que está sendo publicado - então muito provavelmente dentro de uns anos o ensaio de Hilf vai perder sensivelmente a utilidade fabulosa que êle aparentemente teve durante 10 anos. Então, eu realmente acho que essa energia tôda estava sendo liberada por um assunto um tanto superado, tanto sob o ponto de vista teórico, como sob o ponto de vista prático. Se realmente houver interesse em verificarmos a curva real de compactação, para os diversos tipos de compactação que o Prof. Milton Vargas mencionou, então nós sempre teremos que fazer não 1, ou 2, ou 5 pontos, mas sim n pontos; tem que ser, se nós quisermos conhecer o comportamento real do solo, e isso vai variar de caso em caso, e nós não escaparemos a uma grande variação estatística. Agora, se nós quisermos um método expedito para resolver algum

problema, então êsse método expedito eu tenho a impressão que entre todos os que existem nós provavelmente poderemos botá-los todos numa cesta e jogá-los pela janela a fora. Porém cabe ainda uma pequena observação. Realmente, entre escolher três pontos, próximos a um ótimo, e traçar a parábola que está sendo confirmada por milhares e milhares, centenas de milhares de ensaios (a despeito do que se possa dizer sobre casos particulares) em contraposição com a tendência de se aceitar uma descontinuidade do fenômeno, e de se procurar, por motivo dessa descontinuidade, fica longe dos "ótimos" para defini-los. Isso eu tenho a impressão de que, simplesmente, fere um raciocínio normal nosso, empírico, não teórico - eu não estou discutindo teoria agora - sob o ponto de vista empírico, quanto mais longe eu estiver deste ponto, qualquer erro que eu tenha neste, mais eu vou errar, e quanto mais longe estiver naquêlé, também mais eu vou errar; isso mesmo o próprio autor deve ter reconhecido aparentemente mandando, sugerindo agora, fazer-se o 3º ponto próximo do ótimo. Ora, se nós passarmos a fazer 3 pontos, nós já estamos no Hilf e, como digo, é muita energia inútilmente dispendida, pretender novos modos de interpretar o mesmo volume de trabalho experimental.

Carlos de Souza Pinto: (sem revisão do Autor)

É só uma breve intervenção que se inicia por dizer que, embora os engenheiros rodoviários estejam discutindo, há 8 anos, certos problemas apresentados pelo Engº João Carvalho Mendes, não significa que eles tenham aceitado êste método há muito tempo. Eu queria me referir, sem entrar em discussões, se vale a pena discutir ou não, me referir simplesmente a um dos anais que trago aqui sobre a mesa. O João Carvalho Mendes, êle falou que não havia nenhuma prova em contrário à sua dedução, mas apresento o seguinte: a hipóte