

# CONTROLE SENSORIAL DE COMPACTAÇÃO DE ATERROS

## Sensorial control of fill compaction

por  
JOSÉ FOLQUE\*

RESUMO — Um exemplo de aplicação de controle sensorial de aterros, levado a cabo durante a construção de uma barragem de terra, é apresentado e comentado.

SYNOPSIS — An example of application of sensorial control of compaction, carried out during the construction of an earth dam, is presented and commented.

1 — O controle de compactação de aterros é tarefa difícil. Poder-se-á afirmar que um adequado controle, com recurso a métodos *instrumentais* fiáveis, é de absoluta indispensabilidade. Acontece porém que os práticos sobre o aterro muito podem ajudar o controle, completando as informações obtidas com os métodos instrumentais e, também com muita importância, ajudando a ter uma informação que se pode considerar *contínua*, enquanto que as indicações colhidas em controle instrumental são necessariamente descontínuas. A mencionada actividade de *controle sensorial* cai no âmbito do que actualmente se designa por *Psicofísica*.

Recentemente o autor (Folque, 1989) publicou um artigo em que foca diversos aspectos da Psicofísica, inclusive apresentando de forma muito sucinta um caso de controle de compactação. Afigura-se que numa revista técnica haverá cabimento para retomar a questão dando-lhe um tratamento de maior desenvolvimento.

2 — O artigo destina-se a ser publicado numa revista especificamente dedicada a assuntos de Geotecnia. Considerou-se contudo que haverá uma certa probabilidade de engenheiros, embora dedicados a questões geotécnicas, não estarem bem informados sobre a questão restrita *controle de compactação*. Por isso achou-se que poderia ser útil apresentar em linhas gerais e resumidas as técnicas usadas para o referido controle.

A boa compactação de um solo requer que ele seja «apertado» contendo uma certa quantidade de água, água que facilitará os escorregamentos internos da massa que conduzem a uma elevada compactação. Este condicionalismo pode pôr-se nos seguintes termos: para um certo

---

\* Especialista em Geotecnia. Investigador do LNEC.

solo e uma certa energia de compactação (que corresponde ao funcionamento de rotina de um certo equipamento de compactação) existe um teor de água ótimo,  $w_{op}$ , a que corresponderá a máxima compacidade (mínima porosidade, máxima densidade seca),  $d_{max}$ . O controle de compactação implica a comparação com  $d_{max}$  da compacidade obtida,  $d_c$ , num certo volume de solo compactado; e a comparação de  $w_{op}$  com o teor em água,  $w_c$ , efectivamente existente no solo compactado em apreciação. Definir-se-ão assim as grandezas:  $d_c/d_{max}$ , compactação relativa; e  $w_{op} - w_c$ , desvio de teor em água. As especificações de construção fixam *tolerâncias* para estas grandezas e o controle de construção consiste em verificar se essas tolerâncias são respeitadas. Para isso há que:

- conhecer  $d_{max}$  e  $w_{op}$  do solo em utilização
- determinar  $d_c$  e  $w_c$  do volume de solo em julgamento

As determinações destas grandezas, com a necessária precisão, são demoradas (na escala de tempos em que se situam as operações de construção). Concretamente, há necessidade de determinar teores em água utilizando estufas de secagem, o que demora algumas horas; mas a construção não pode parar, não se pode esperar horas para *aceitar* ou *rejeitar* uma certa camada de solo compactado, pois o andamento dos trabalhos requer que ela seja logo a seguir coberta com outra camada. Isto obriga a que se tenha de efectuar determinações *instrumentais expeditas* de  $d_c$  e  $w_c$  e compará-las com  $d_{max}$  e  $w_{op}$  atribuídos ao solo em causa com base em conhecimento prévio. Estas determinações expeditas permitirão uma aceitação preliminar que será depois *definitivamente* julgada por determinações *instrumentais precisas*. Este procedimento poderá, obviamente, conduzir à constatação que houve um certo número de aceitações indevidas. Se esse número corresponder a uma pequena percentagem (da ordem de 2 a 4%) do número de julgamentos efectuados, o facto não tem importância prática; a experiência mostrou que isso não tem repercussões sensíveis na qualidade do aterro controlado. Para conseguir que essa percentagem seja pequena, circunstância que se consegue sempre obter nas obras adequadamente conduzidas, efectua-se *intensos e cuidadosos* ensaios de afinação na fase de arranque da obra.

Em tudo isto, que papel poderá desempenhar o *controle sensorial*? Se as determinações instrumentais expeditas forem acompanhadas de *julgamentos sensoriais* que, na prática, consigam a mesma precisão e validade para as decisões a tomar, então poder-se-á aligeirar as tarefas relativas a determinações instrumentais; e, o que é mais importante, o controle passa a ser praticamente contínuo, isto é, consegue-se assim ir controlando a totalidade do volume de solo que vai sendo compactado.

3 — No caso concreto da barragem em que se conduziram experiências de controle sensorial (Guedes de Melo, 1970) estas foram realizadas tomando como experimentadores agentes da fiscalização com grande prática de trabalhos de compactação de aterros. Cada experiência consistiu em, tomando amostras de aterro dado como «pronto» pelo construtor, solicitar ao observador o seu *parecer a sentimento* sobre a aceitabilidade ou não-aceitabilidade do volume

de aterro em causa; e, em caso de não-aceitabilidade, se ela era devida a deficiência na compactação relativa ou no teor em água.

O controle incidiu sobre duas zonas do aterro, uma constituída por solos provenientes de alteração do xisto com uma granulometria muito extensa (serão daqui em diante designados por «xistos») e outra, também residual de xistos, mas em que os solos têm predominância da fracção argila (serão designados por «argilas»).

No que se refere a compactação relativa o controle sensorial considerou *aceitáveis* 106 das amostras de xisto examinadas (96%) e 83 (99%) das amostras de argila. O controle final confirmou 105 dos resultados referentes a xistos, o que quer dizer que o controle sensorial só conduziu a 1 (1%) de aceitações indevidas. Melhor foi ainda o ajuste relativo a argilas pois que a totalidade das decisões obtidas por controle sensorial foi confirmada pelo controle instrumental final.

O controle sensorial considerou de *rejeitar* 3 amostras de xisto (3%) e 1 (1%) de argila. O controle final não validou nenhuma destas decisões. O quadro que se segue resume os resultados:

Compactação relativa		
	contr. sens.	contr. final
aceitações		
xistos	106	105
argilas	83	83
rejeições		
xistos	3	0
argilas	1	0

No que se refere a julgamentos relativos a desvios de teores em água o resumo dos resultados obtidos está apresentado no quadro que se segue:

Desvios de teor de água		
	contr. sens.	contr. final
aceitações		
xistos	95	86
argilas	52	44
rejeições		
xistos	14	13
argilas	32	25

Pode concluir-se que no controle da compactação relativa o julgamento sensorial praticamente não conduz a nenhuma aceitação incorrecta. No que se refere a rejeições o acordo não foi tão bom, mas repare-se que as 4 rejeições indevidas referem-se a um total de  $(106 + 83) = 189$  apreciações, o que dá cerca de 2% de respostas incorrectas.

O desvio de teor em água mostra-se um pouco menos dominável pelo controle sensorial. Mas mesmo assim só houve 17 aceitações incorrectas e 8 rejeições indevidas, num total de 149 julgamentos.

Em resumo, pode-se afirmar que o controle sensorial conduziu a resultados muito satisfatórios. Mesmo na grandeza mais difícil de apreciar — o desvio de teor em água — as decisões incorrectas foram só da ordem de 15% do total de decisões tomadas o que, é importante frisá-lo, no panorama global de controle de compactação de aterros é demonstrado pela experiência que não tem repercussão significativa na qualidade do aterro obtido.

4 — Para concluir é de apontar que entre nós, depois desta experiência, não se aproveitou nenhuma das numerosas oportunidades que ocorreram para prosseguir estudos deste tipo. É uma negligência em que o autor compartilha a maior dose de responsabilidade; que lhe sirva de atenuante o facto de se ter deixado absorver por outras tarefas que considerou (se calhar erradamente) como mais prementes. Mas o que sobretudo agora importa (de nada servem lamentações) é não perder mais tempo e retomar estudos sensoriais de controle de compactação. As expectativas são promissoras; o controle sensorial, que na realidade se faz mas «fingindo» que todas as decisões se baseiam em determinações instrumentais, precisa de ser estudado para, com base objectiva e tanto quanto possível quantificável, lhe marcar os limites de fiabilidade. Poderá assim ganhar-se informação para que ele deixe o papel de controle sub-repticiamente consentido para assumir o papel de uma das operações, com *estatuto* reconhecido, do conjunto de operações que constituem o controle de compactação.

#### BIBLIOGRAFIA

- FOLQUE, J. (1989) — *Aplicações tecnológicas da Psicofísica*. «Vértice» nº. 11 (II Série), Fevereiro.  
GUEDES DE MELO, F. (1970) — *Controle de construção da barragem do Monte da Rocha*. Relatório LNEC.