

ANÁLISE DE INVESTIGAÇÃO DO SUBSOLO E COMPACTAÇÃO¹

Juliana Abrantes Carvalho¹, Emanuelle Alves Veiga Martins², D.Sc.
Adonai Gomes Fineza³

Resumo: *O artigo analisa a construção de um aterro sobre o solo feito em uma construção no município de Viçosa – MG e destaca a importância do conhecimento prévio das características do solo que receberá as cargas provenientes da edificação e dos parâmetros de projeto e normas a serem seguidos. A compactação deste aterro realizou-se de forma inadequada, e algumas camadas não atingiram o grau de compactação de projeto da obra, portanto necessitou-se de estudos de medidas mitigadoras para que a edificação não fosse comprometida com recalques excessivos e outras patologias. Através de resultados de ensaios, referências bibliográfica, e relatórios da obra tem-se parâmetros para desenvolver um estudo qualitativo e técnico-científico sobre o aterro realizado.*

Palavras-chave: *Aterro, ensaio CBR, recalque, sondagem SPT*

Abstract: *The article analyzes the construction of a landfill on the ground done at a construction site in Viçosa - MG and highlights the importance of prior knowledge of soil characteristics that receive the loads from the building and design parameters and standards to be followed. Compression of this landfill was carried out improperly, and some layers have not reached the degree of compaction work project therefore needed to studies of mitigation measures to ensure that the building was not committed to excessive settlements and other diseases. Through test results, bibliographic references, and work reports it has parameters to develop a qualitative and technical-scientific study conducted on the landfill.*

Keywords: *CBR test, landfill, repression, SPT survey*

¹Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA, Viçosa, MG. e-mail: julianaac12@hotmail.com

²Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. Viçosa, MG. e-mail: manucrf@hotmail.com

³Professor do curso de Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. Viçosa, MG. e-mail: engcivil@univicosa.com.br

Introdução

De acordo com Das (2007), para se fazer um projeto de fundações, deve-se conhecer a estratificação real do solo de um determinado local e os resultados de ensaio de laboratório das amostras de solo obtidas de várias profundidades. Os objetivos da exploração do subsolo são determinar a natureza do solo no local e sua estratificação; obter amostras amolgadas e indeformadas do solo para identificação visual e ensaios de laboratórios apropriados; determinar a profundidade e natureza do leito rochoso, quando encontrado; realizar ensaios de campo *in situ*; avaliar quaisquer problemas especiais de construção em relação às estruturas próximas existentes e determinar a posição do nível do lençol freático.

Segundo Tiago et al. (2012), a compactação de um solo é realizada quando o solo de determinado local não apresenta as condições necessárias para a obra. A resistência do terreno natural pode ser baixa, pode ser muito compressível ou apresentar alguma característica indesejada. Portanto, sendo necessário a reestruturação da camada suporte do solo local utilizando as técnicas de estabilidade.

O objetivo da compactação é a homogeneização e melhoria da propriedade do solo. É importante a realização da compactação de forma adequada, respeitando a NBR 7182 – Ensaio de compactação, para que o grau de compactação mínimo de projeto para determinada obra seja atingido. Caso não aconteça apresentará problemas de recalques excessivos na edificação, gerando patologias e custos de manutenção.

Os solos submetidos a compactação são analisados em ensaios de laboratório para determinação do grau ótimo de compactação. Um dos métodos para esta determinação desenvolveu-se por Porter, da California Division of Highways, EUA, o ensaio de Proctor – curva de compactação.

O presente trabalho focou-se nos estudos de um aterro compactado de forma inadequada, o que levou ao atraso do andamento da obra, comprometendo a qualidade e a economia da mesma. Tem-se como objetivo neste estudo destacar a importância do conhecimento prévio das características do solo que receberá as cargas provenientes da edificação e dos parâmetros de projeto e normas a serem seguidos.

Material e Métodos

A pesquisa dispõe-se de um monitoramento em uma determinada obra no município de Viçosa – MG, obtendo-se, por meio dos engenheiros responsáveis, todos os dados e análises de ensaios. Assim tem-se um parâmetro para desenvolver um estudo qualitativo e técnico-científico sobre o aterro realizado.

O conhecimento prévio das características do solo deste local obteve-se através de ensaios de sondagens SPT, conforme NBR 6484 – Sondagens de simples conhecimento com SPT – Método de ensaio.

Determinou-se no projeto da obra a necessidade de realização de corte/aterro nesta área para atingir a cota de projeto. Portanto realizou-se o ensaio CBR, conforme NBR 9895 – Índice de suporte Califórnia para verificar se este solo atende como camada de fundação de edificação.

Para recomposição da área executou-se os serviços de compactação, porém nas primeiras camadas se executou a compactação sem devido controle conforme NBR 7182, levando a fiscalização a embargar os serviços para que se comprovasse que o aterro estava dentro dos parâmetros exigidos no projeto. Como a empresa executora realizou grande parte do aterro, executou-se três ensaios funil de areia em pontos estratégicos, para se efetuar o controle de compactação, conforme NBR 7185 – Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia, utilizando o parâmetro do grau de compactação obtido no ensaio de Proctor Normal.

Durante todo o estudo baseou-se em referências bibliográficas, normas da ABNT e relatórios da obra.

Resultados e Discussão

Considerando os resultados obtidos através do relatório de sondagens SPT, constatou-se que o subsolo da metade do lado direito apresentou espessuras entre 6,0 e 7,0m de camadas com características compressíveis e de baixa capacidade de suporte. Após início dos serviços de terraplanagem, essas áreas apresentaram-se com materiais de aterros diversos, constituindo-se de material orgânico e de entulhos, ou seja, esse solo não pode ser usado para

compactação no aterro.

Para comprovar a baixa capacidade de suporte deste solo realizou-se o ensaio de laboratório CBR, de acordo com a tabela 1 obteve-se o índice de suporte que não alcança os valores mínimos exigidos na NBR 9895. Comprovando-se a necessidade da remoção desse solo para uma área de bota fora e o estudo de uma área para empréstimo, que se viabilizou em frente ao local da obra. Após análise aprovou-se o solo da área de empréstimo para ser utilizado como camadas compactadas do aterro.

Tabela 1 – Comparação do resultado obtido no ensaio CBR com os valores mínimos exigidos pela NBR 9895.

Penetração (mm)	Ensaio CBR (%)	Valores mínimos (%)
2,5	5,81	6,90
5,0	6,19	10,35

Na compactação da área aterrada, para que se obtenha um terreno com boas características e que exijam estruturas de estabilização/contenção com menor porte, recomenda-se os parâmetros de grau de compactação obtido pelo ensaio de proctor normal de 97% +/-2% e o teor de umidade de compactação ótima de +/-2%. A partir desse parâmetro realiza-se o ensaio funil de areia a cada camada de 30cm compactada. Porém nesta determinada obra não houve este devido controle nas primeiras camadas, levando a fiscalização da obra embargar os serviços para que se comprovasse que o aterro estava dentro dos parâmetros exigidos no projeto.

Como a empresa executora já havia realizado grande parte do aterro, decidiu-se executar três ensaios em pontos estratégicos, para que efetuasse o controle de compactação e verificasse o grau de compactação de uma forma generalizada.

Após a primeira verificação da qualidade de compactação, constatou-se que os valores não atendiam os parâmetros, assim necessitou-se de uma análise do que poderia ser feito para que não precisasse refazer o aterro. Dentre as análises, decidiu-se que tal aterro poderia ser mantido nas condições até então determinadas, entretanto, algumas providencias deveriam ser tomadas para garantir a qualidade das fundações. Assim decidiu-se que as camadas finais (últimos 85cm) receberia uma manutenção do controle rigoroso

da sua compactação e também a execução de um radier completamente independente do solo, evitando-se a remoção do aterro já executado e atrasos no cronograma da obra. Observa-se na tabela 2 os doze ensaios realizados durante a compactação do aterro, utilizando o ensaio frasco de areia conforme NBR 7185. Estes ensaios comprovam a irregularidade das primeiras camadas, no qual se fez os três ensaios representativos e as últimas camadas com o controle rigoroso. Observa-se também que duas camadas do aterro, em um dos ensaios realizados na camada não apresentaram o grau de compactação mínimo, portanto essas camadas tiveram que ser refeitas e realizados novos ensaios, no qual se obteve aprovação das camadas.

Tabela 2 – Resultado do ensaio do frasco de areia, de acordo com a NBR 7185, das camadas compactadas do aterro.

Data/2015	N.do ensaio	Situação do aterro	Local do frasco	Gama seco KN/m ³	Umidade c.¹ (%)	GC² (%)	Δ umidade³ (%)	OBS.
31/Mar	1	Greide final	Frasco 1	14,23	26,78	90,06	5,28	Ensaio representativos
	2		Frasco 2	14,25	29,52	90,19	8,02	
	3	menos 85cm	Frasco 3	14,33	26,35	90,70	4,85	
		Frasco 3	14,26	26,99	90,25	5,49		
14/Abr	4	Adição de 30 cm	Frasco 1	14,85	23,54	93,99	2,04	Ok
	5		Frasco 2	13,24	22,86	83,80	1,36	Refazer ⁴
16/Abr	6	Adição de 30 cm	Frasco 1	14,8	28,42	93,67	6,92	Ok
	7		Frasco 2	14,02	29,68	88,67	8,18	Refazer
17/Abr	8	Adição de 30 cm	Frasco 2	14,82	29	93,80	7,50	Ok
27/Abr	9	Adição de 30 cm	Frasco 1	15,2	24,03	96,20	2,53	Ok
	10		Frasco 2	16,18	20,03	102,41	-1,47	Ok
13/Maio	11	Restante	Frasco 1	15,16	15,15	95,32	3,65	Ok
	12		Frasco 2	15,17	26,14	96,01	4,64	Ok

¹ Umidade de compactação; ² Grau de compactação; ³ Variação da umidade real do solo em relação a umidade de compactação; ⁴ Refazer a camada, pois um dos ensaios daquela camada não atingiu o grau de compactação de projeto mínimo (95%).

Considerações Finais

As medidas mitigadoras fez-se necessárias pela falta de controle nas primeiras camadas do aterro. Já as camadas que tiveram o devido acompanhamento não irão influenciar nas consequências geradas na edificação.

Caso esta execução inadequada não fosse detectada, as consequências seriam absurdas na edificação, o que levaria a inúmeras patologias, como fissuras, trincas na alvenaria, abertura no encontro das paredes, infiltração, rompimento de tubulações e até mesmo desabamentos.

O estudo realizado mostra que a solução mais adequada para se evitar eventuais problemas na execução de um aterro é a realização de sondagens para maior conhecimento do subsolo e uma correta compactação evitando-se recalques futuros e, conseqüentemente, patologias na edificação.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR7185 - **Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia.** Agosto, 1986.

_____. NBR 7182 - **Ensaio de compactação.** Agosto, 1986.

_____. NBR 9895 - **Índice de suporte Califórnia.** Junho, 1987.

_____. NBR 6484 - **Sondagem de simples reconhecimento com SPT.** Rio de Janeiro, 2001.

Compactação dos solos: fundamentos teóricos e praticos / Tiago Pinto da Trindade ... [et al.]. – Viçosa: Ed. UFV, 2008.

Das, Braja M. **Fundamentos da Engenharia Geotécnica** / Braja M. Das; tradução All Task; revisão técnica Pérsio Leister de Almeida Barros.-São Paulo: Thomson Learning, 2007.