



Manifestação patológica proveniente de má compactação de solo em uma edificação residencial

Mikhael Ferreira da Silva SANTOS¹, Cláudio Vidrih FERREIRA², First Names SURNAME³

¹ UFPE, Caxias, Maranhão, Brazil, contato@engmikhaelferreira.com.br

² UNESP, Bauri, São Paulo, Brazil, vidrih@vidrih.com.br

Abstract: The process of reducing a soil by expelling voids increases the specific mass by reducing its deformability and increasing its strength. This procedure is very important for any engineering work. However, in most works, there is a lack of concern related to the care and importance of this procedure, especially in small projects. In this sense, the present construction study studied a case of residential construction located in the municipality of Caxias, state of Maranhão, which studied construction overlooking a landfill without any compaction control. From the exposure of such pathological manifestations, the indication of possible solutions to be executed, carrying out the manifestations carried out.

Keywords: compactação de solo; manifestação patológica; aterro; má compactação.

1. Introduction

O processo de compactação é um melhoramento artificial do solo por meio de equipamentos mecânicos, provando a redução do índice de vazios através da compressão ou expulsão do ar, reduzindo seu volume, conforme ilustrado por Santos Neto (2018).

O processo de compactação aumenta a estabilidade do solo, resistência, reduz a deformabilidade e também na melhoria da permeabilidade. Esse fato ocorre justamente devido à redução do índice de vazios do solo, parâmetro importantíssimo.

Infelizmente, existe uma negligência significativa desse procedimento, principalmente em edificações de pequeno porte. Esse panorama acarreta em diversas manifestações patológicas. Muitas vezes, também, o procedimento é realizado de forma errada, sem nenhum conhecimento técnico sobre o assunto. Santos Neto (2018) afirma que a qualidade da compactação, depende, principalmente, da quantidade de água no solo e a energia de compactação.

Nesse sentido, o presente estudo visa analisar um caso de obra específico de uma edificação residencial situada no município de Caxias, estado do Maranhão, que envolveu construção sobre um aterro sem nenhum controle de compactação. A partir da exposição de tais manifestações patológicas, houve a indicação de possíveis soluções a serem adotadas, visando realizar recuperação do desempenho.

2. Compactação

O processo de compactação é uma técnica milenar de melhoramento dos solos. Tem-se evidências do uso de rolos compressores pelos maias, no Peru, bem como aplicação em vias no império romano (GRAHAM, 2016).

Até a década de 30, a compactação era feita de forma empírica. Havia situações que o mesmo solo, compactado pelos mesmos procedimentos de compactação, resultava em comportamentos diferentes, dependendo da época do ano. Foi por isso que Ralph Proctor (1933), a partir de observações em campo e laboratório, estabeleceu os princípios fundamentais: a qualidade da compactação depende principalmente da quantidade de água no solo antes da compactação e da energia empregada em tal processo

2.1 Ensaio de compactação

O procedimento de compactação tradicional, ensaio Proctor Normal, consiste em compactar o solo em três camadas em um molde com dimensões e forma especificadas por meio de golpes de um soquete padronizado a uma altura fixada. Nesse sentido, podemos estimar a energia de compactação do solo através da equação 01.

$$E_e = \frac{NnhW}{V} \quad \text{Eq. 01}$$

Onde E_e é a energia específica, N é o número de golpes por camadas, n é o número de camadas, W é a massa do soquete, h é a altura de queda do soquete e V é o volume do molde.

Proctor estudou a influência que a umidade do solo exercia no processo, descobrindo que tal valor era de fundamental importância. A ideia é que havia um número ótimo no qual se obtém o melhor estado de compactação, conforme figura 01.

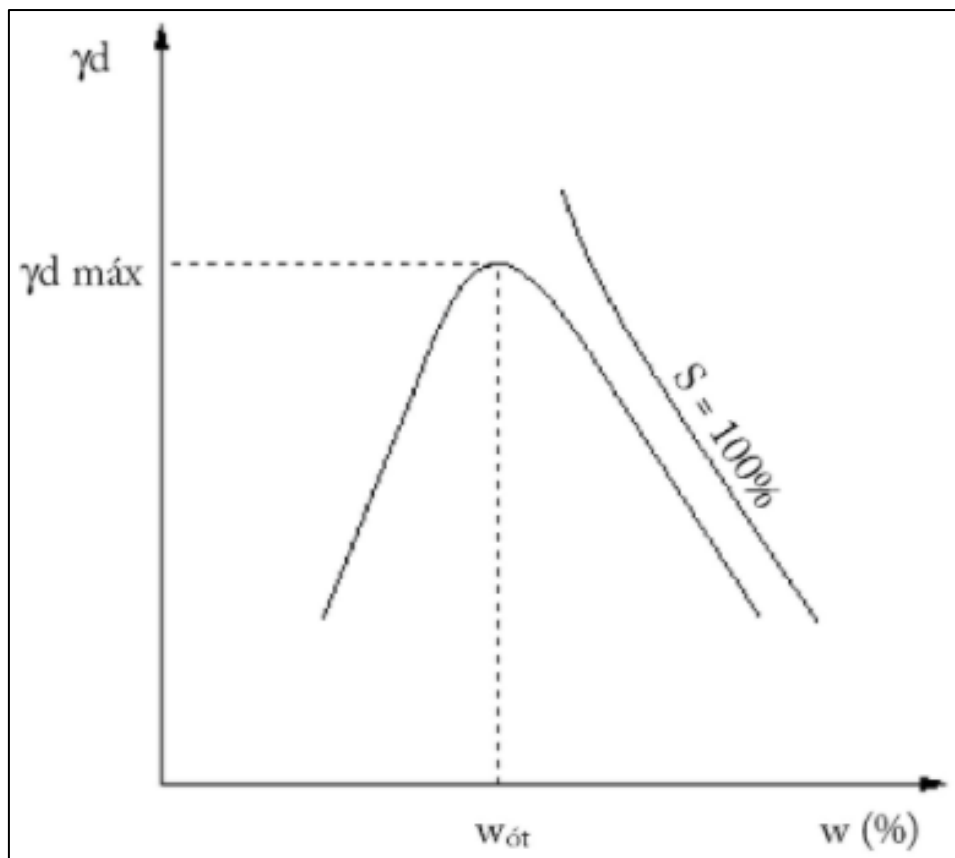


Figure 1 – Teor de umidade ótimo trazido por Proctor.

Esse comportamento pode ser explicado da seguinte forma: a baixa umidade, a água está em forma capilar nos solos finos, tendendo a formar torrões que são dificilmente desagregáveis, ocasionando dificuldade de compactação. Não obstante, à medida que aumento o teor de umidade, a força capilar reduz, fazendo com que produza bons resultados. Mas se o teor de umidade continuar aumentando, próximo da saturação, tem-se bolhas de ar de forma oclusa o que justifica um comportamento ruim.

2.2 Fatores que afetam a compactação dos solos

Conforme descrito anteriormente, o fator umidade é um dos principais. Sob baixos teores de umidade, a resistência dos torrões de argila e o atrito entre as partículas são altos. Sob teores de umidade alto, acima do ótimo, as partículas não conseguem se aproximarem (KNPPETT, 2016).

Outro fator importante é a energia de compactação. Quanto maior a energia de aplicação, maior a redução dos vazios no solo. Entretanto, isso está interligado ao teor de umidade do solo. Se o solo estiver muito úmido, isso devido ter pequenas bolhas de ar oclusas, não sendo possível expelir mais ar. Do outro lado, pode haver aumento significativo da poropressão e consequente problemas de estabilidade e resistência do solo (PINTO, 2000).

Um outro fator que pode ser mencionado é justamente o tipo de solo, pois a resistência e a umidade ótima diferem de solo para solo. Nesse sentido, a capacidade de compactação depende diretamente do tipo de solo. A figura 02 ilustra as curvas de compactação para diferentes tipos de solo.

Um exemplo é uma argila com baixa plasticidade em comparação com outra de alta plasticidade. Para determinado teor de umidade, tem-se que a facilidade de compactação será maior para a argila de alta plasticidade. Esse efeito também pode ser visualizado na figura 02 que ilustra os diversos tipos de solos.

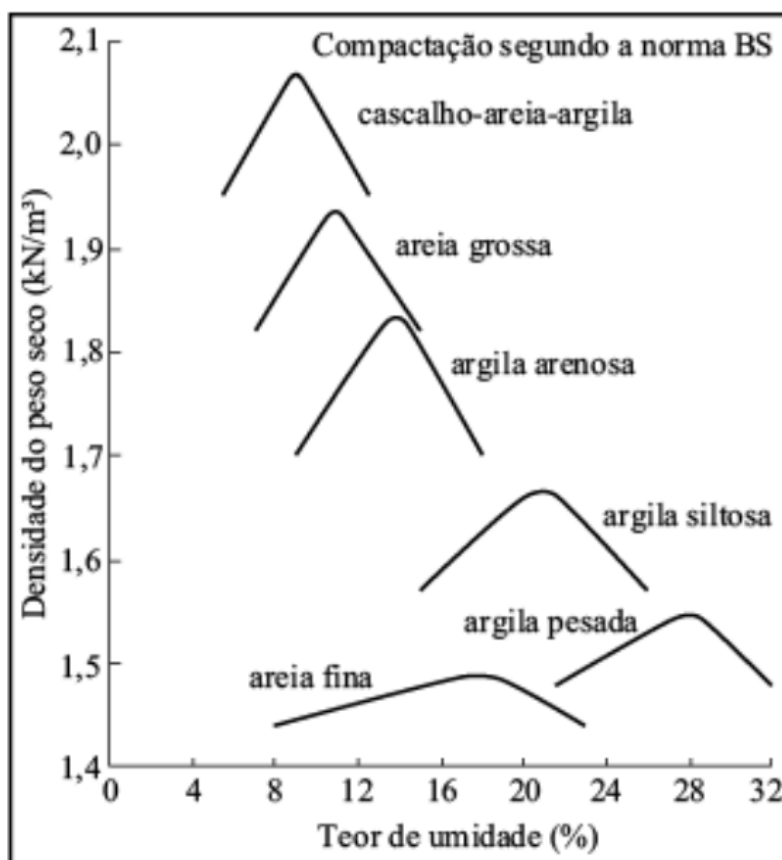


Figure 2 – Curva de compáctação – efeito do tipo de solo.

3. Materiais e métodos

A edificação analisada situa-se no município de Caxias, estado do Maranhão. A figura 03 ilustra a fachada da edificação analisada, sendo uma edificação residencial.



Figure 3 – Fachada da edificação analisada.

O imóvel vistoriado apresenta-se dividido pelos seguintes cômodos: garagem, sala de estar/jantar, dois dormitórios, uma suíte (dormitório com banheiro), cozinha, hall, banheiro social e lavabo. A edificação está construída em uma região que foi executada um aterro com nenhum respaldo técnico, inclusive algumas testemunhas relataram que haviam resíduos sólidos jogados no aterro para depois compactação.

Os materiais e métodos utilizados na realização desse estudo se baseiam nas definições de Lakatos (2003), cuja metodologia se respalda na documentação indireta (pesquisa bibliográfica e documental) e direta (pesquisa em campo). Inicialmente, realizou-se uma revisão de literatura referida às patologias em edificações residenciais, permitindo os autores ter contato direto com os principais trabalhos que foram escritos. Portanto, foi possível não somente conhecer os problemas já debatidos, mas também explorar novas áreas e perspectivas que podem ser abordadas.

A parte de pesquisa documental e campo foram baseadas na norma de inspeção predial elaborada pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPESP (2012).

Todos os projetos e documentos da obra foram disponibilizados pelo proprietário. Os documentos disponíveis foram: projeto arquitetônico, projeto executivo, memorial técnico, alvará de construção, Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), contratos, orçamento, dentre outros. Esses documentos possibilitaram uma análise holística da obra como projeto, permitindo posteriormente comparar com as informações encontradas em campo. Vale ressaltar que nessa etapa de documentação, informações dos usuários, responsáveis, proprietários e gestores das edificações foram obtidas.

A figura 04 ilustra o fluxograma simplificado das etapas utilizadas na análise da edificação, conforme objetivo do trabalho.



Figure 4 – Fluxograma simplificado de análise.

4. Resultados

4.1 Vistoria

A vistoria permitiu encontrar diversas manifestações patológicas, entretanto será dada atenção às relacionadas ao procedimento de compactação. A figura 05 e 06 ilustram o abaulamento do piso da sala devido ao recalque do solo. É possível perceber as fissuras existentes na placa cerâmica do piso, bem como a curvatura que ocorre. É importante ressaltar que esse tipo de problema ocorreu em diversos pontos da casa.



Figure 5 – Fissuração da placa cerâmica decorrente de recalque no solo.



Figure 6 – Vista do abaulamento do piso.

O local mais crítico encontrado durante à vistoria foi no quarto do filho do casa, tendo recalque de mais de 10 cm, tornando o local com desempenho totalmente insatisfatório, conforme pode ser verificado na figura 07.



Figure 6 – Vista do abaulamento do piso.

4.2 Diagnóstico, prognóstico e terapia

Conforme verificado, considerando também todo o histórico das edificações vizinhas e documentos técnicos analisados, a edificação está assente sobre um aterro mal compactado. Inclusive, tais problemas apareceram justamente em épocas chuvosas, onde o solo apresenta-se com grau de saturação elevado. Outras edificações próximas apresentaram o mesmo tipo de manifestação patológica, indicando características espaciais na região. A figura 08 ilustra o condomínio no qual o imóvel vistoriado está inserido.

Nesse sentido, diversas edificações situadas no condomínio apresentam manifestações patológicas semelhantes. Aliado ao histórico observado, conforme execução do condomínio, o fator mais provável seria justamente os procedimentos incorretos e falta de ensaios específicos durante o processo de compactação. É importante ressaltar, que o presente estudo se baseia em análise documental e vistoria, não fazendo qualquer tipo de ensaio de campo e laboratório que corroborasse para a total certeza do problema.



Figure 8 – Vista aérea do condomínio onde o imóvel vistoriado se encontra.

Nesse sentido, diversas edificações situadas no condomínio apresentam manifestações patológicas semelhantes. Aliado ao histórico observado, conforme execução do condomínio, o fator mais provável seria justamente os procedimentos incorretos e falta de ensaios específicos durante o processo de compactação. É importante ressaltar, que o presente estudo se baseia em análise documental e vistoria, não fazendo qualquer tipo de ensaio de campo e laboratório que corroborasse para a total certeza do problema.

A figura 09 ilustra a simulação principal da problemática.

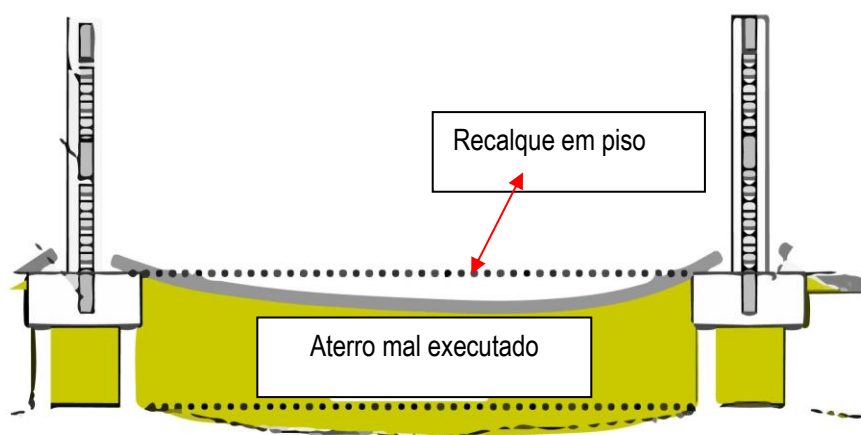


Figure 9 – Ilustração da problemática de recalque em piso.

Nesse sentido, o prognóstico indica uma evolução rápida do problema, tendendo a se estabilizar quando o solo sofrer todo processo de recalque. É um problema complexo pra solucionar, pois a edificação já está construída sob o solo.

Como terapia, tem-se algumas etapas indicadas para solucionar. Inicialmente, é necessário realizar ensaio Standard Penetration Test – SPT ou ensaio de simples reconhecimento para determinar o tipo de solo e profundidade do aterro. Conforme foi percebido durante a vistoria, não houve ensaio SPT, o que com certeza iria acusar o estado do aterro.

Com o relatório proveniente do ensaio SPT é possível traçar as principais etapas para buscar solucionar a problemática. Deveria ter um acompanhamento de recalque para entender a velocidade dos recalques e a tendência de uniformização.

Nesse sentido, deve haver a retirada total do piso e preencher o desnível existente com material resistente e devida compactação. Devido o bulbo de tensão aplicado no solo ser pouco profundo, por se tratar de uma residência térrea, essa pode ser a mais econômica resolução do problema. Pelo fato da edificação não apresentar fissuras estruturais proveniente de recalque das sapatas, tem-se que a problemática poderá ser resolvida com essa solução.

5. Considerações finais

Em consonância com as normas técnicas e o Código de Defesa do Consumidor, qualquer edificação pode obedecer aos mais diversos padrões, a critério dos empreendedores, incorporadores, responsáveis, proprietários ou usuários, dentro de disposições legais em vigor e segundo as condições de cada caso. Entretanto, os serviços técnicos necessários a sua execução devem obedecer as normas técnicas e a boa técnica de engenharia e, atualmente, devem estar em consonância com o CDC - Código de Defesa do Consumidor.

Diante de todo o exposto, verifica-se que o imóvel vistoriado se encontra com problemas críticos relacionado ao seu desempenho, necessitando intervenção urgente para retificação dos problemas encontrados

Espera-se que o presente trabalho demonstra a importância do processo de compactação, principalmente para edificações de pequeno porte

Referências

- SANTOS NETO, P. M. (2018). Mecânica dos solos. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- BARNES, G. (2016). Mecânica dos solos: princípios e práticas. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- KNPPETT, J. A. (2018). Mecânica dos Solos. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- PINTO, C. S. (2006). Curso básico de mecânica dos solos. 3 ed. São Paulo: Oficina Textos, 2006.