

COMPACTAÇÃO DO SOLO: Efeitos benéficos e adversos da compactação e sua relação com a engenharia e agropecuária

Diego Aparecido Alves Costa Moreno

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Diego Coser Bezerra

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Erica Natasha dos Anjos Garcia

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Cristiane Santos da Silva Souza

Engenheira Agrônoma-Doutora
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

A compactação dos solos pode ser empregada em diversas áreas de atuação da engenharia e com várias finalidades. Para cada tipo de obra, há um processo diferente de compactação. Sendo de extrema importância, torna o solo mais resistente e estável. Para reduzir a permeabilidade e se obter maior estabilidade, usamos a compactação como exemplo para a construção de aterros e a correção de nível do solo, em construções residenciais com desnível entre o terreno e a rua, entre outros. Nos últimos anos, o planeta vem sofrendo com as transformações ambientais causadas pelas atividades agrícolas e pela pecuária, trazendo consequências, como: degradação dos solos, desmatamentos e expansão da fronteira agrícola, contaminação de recursos hídricos e queimadas.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação; Obras de engenharia; Agricultura.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar os efeitos da compactação dos solos, sejam eles benéficos ou adversos, bem como sua relação com a engenharia e agricultura, e suas finalidades em diversas áreas de atuação.

Os solos quando compactados só terão benefícios diretos quando são principalmente obras de contenção, mostrando assim, os trabalhos da compactação que podem ocorrer de forma natural e/ou mecanizada.

Para Pinto (2006), o solo ao ser levado e dispersado para a construção de um aterro, se encontrará fofo e heterogêneo, não sendo ainda compactado, porém o

mesmo não terá resistência, podendo ocorrer deformações e ter seu comportamento modificado, de acordo com o local. Mas, a compactação do solo vem para tornar maior a área de contato entre os grãos, tornando-os mais resistentes, assim, o aterro ficará mais homogêneo.

A importância da redução do número de vazios ocorre pelo fato de melhorar as mais variadas propriedades do solo.

Entretanto, sabe-se que a compactação entra na classificação (categoria) de solos insaturados, o que resulta em problemas para a mecânica dos solos (CAPUTO, 1988).

O emprego da compactação se dá em diversas áreas de atuação da engenharia, como em aterros, que por si só possuem diversas finalidades. Citam-se como exemplo: solos para pavimentação, construção de barragem de terra, preenchimentos de vazios entre os muros de arrimo e em operações tapa buracos, e nos preenchimentos das valetas em cidades. Para cada tipo de obra, existe um tipo de processo para compactação. Portanto, identificaremos como e qual aplicar, quando se conhece não só uma obra, mas o conhecimento do solo a se trabalhar. Deve-se observar a umidade atual e a densidade a ser atingida, reduzindo assim objetivamente os recalques e a permeabilidade, aumentando a rigidez e a resistência do solo (PINTO, 2006).

1 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa, quanto à natureza foi classificada como básica, utilizando como procedimento técnico a pesquisa bibliográfica e quanto aos objetivos, classifica-se como pesquisa exploratória.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITOS

Segundo Caputo (1988), a compactação do solo pode ser definida como ação de mecanismos, sejam eles mecânicos ou manuais, com a finalidade de reduzir o número de vazios, tornando o solo mais estável e resistente. É uma

operação simples, porém importante, pois não visa apenas resistência, mas também a permeabilidade, compressibilidade e a absorção de água.

Seixas (1988) classifica a compactação de solos como sendo toda força de agregar partículas de solo, diminuindo o volume por elas ocupado.

Só ocorrerá compactação máxima dos solos, quando os mesmos estiverem na capacidade ou próximos da capacidade de campo, quando os microporos estão preenchidos com água e os macros com ar (BAVER, 1972).

A compactação com uma baixa umidade eleva o atrito entre as partículas, não reduzindo assim, o número de vazios. Quando compacta, as partículas de água permanecem constantes e o aumento da massa específica se dá pela diminuição dos números de vazios (PINTO, 2006).

2.2 CAUSAS

2.2.1 *Impacto da chuva ao solo*

Sendo a chuva um mecanismo natural de compactação, quando suas gotas caem sobre o solo ainda descoberto pela vegetação, pode causar a compactação ou a desagregação de partículas pouco a pouco.

Bortolozzo e Sans (2001), dizem que para saber a amplitude dos efeitos causados pela gota de chuva, deve-se ter conhecimento de suas características, tais como: intensidade, diâmetro médio e a velocidade final. Em um estudo realizado por Laws (1940) e Wischemeier e Smith (1951), definem a relação entre esses parâmetros e constata-se que quando a gota tem diâmetro grande, maior será sua velocidade final e quanto mais intensa, maior será a quantidade de gotas grandes.

Schaefer (2002) define que o impacto de gotas de chuva sobre o solo causa a quebra mecânica dos agregados, resultando na formação de uma camada densa na superfície do solo, o selamento superficial. Sendo esta uma camada de pequena espessura, muda significativamente as taxas de infiltração de água ao solo e impede o nascimento de plantas.

2.2.2 Compactação por movimentação de veículos e máquinas sobre o solo

Os desprendimentos de pressão no solo por rodas dos veículos dependerão: Primeiramente, do peso total do veículo, o que dirá o total de força exercida; Segundo, o tamanho da área a receber o contato da roda, tendo assim a quantidade de pressão sobre o solo; Terceiro, a distribuição de força na área de contato e por último, ao conteúdo de umidade e da densidade do solo (SOENNE, 1958 *apud* BACCHI, 1976).

Para Gill e Reaves (1956), compactação resulta de forças horizontais quando causados pelo deslocamento lateral do solo, como também com forças verticais produzidas pela carga.

Daniel e Maretti (1990) define que o efeito máximo de um implemento ou máquinas na compactação, não deve ultrapassar os 0,50m.

2.3 EFEITOS DA COMPACTAÇÃO

2.3.1 Aeração

A aeração depende primeiramente dos macroporos, que drenam de maneira rápida após as chuvas e irrigação. A compactação e pulverização dos agregados do solo podem destruir quantidades suficientes de macroporos, capazes de restringir a transferência de dois para as raízes e microorganismos. Reduzindo o tamanho dos agregados ou incrementando a densidade aparente do solo, afeta a difusão dos gases igual, ambos reduzindo a porosidade e a difusão do ar. Indica-se por meio de resultados que a difusão de gases é zero quando os poros de ventilação são menos que dez por cento, e aumenta em uma proporção de dez terços do poder de difusão, quando os poros de ventilação estão entre dez e quarenta por cento (SEIXAS, 1988).

2.3.2 Disponibilidade de nutrientes

Para Seixas (1988), a compactação dos solos pode aumentar ou diminuir os benefícios dos nutrientes. Assim, ela aumenta as taxas de movimentação de

nutrientes para as raízes, tanto por difusão como por osmose. Portanto, compactar o solo resulta na diminuição da quantidade de nutrientes mineralizados da matéria orgânica do solo. Com um incremento no “run-off”, ocorre a redução de água do solo, o que diminui o fluxo interno, ocasionando a redução do transporte de nutrientes.

2.3.3 Erosão

O grau de erosão de um solo é definido pela susceptibilidade que o mesmo tem à erosão hídrica, em decorrência das suas características inerentes, como: texturas, tipo de mineral de argila, teor de matéria orgânica, estrutura e estabilidade de agregados minerais, infiltração e condutividade hidráulica. De maneira geral, a erodibilidade tende a diminuir com o aumento de areia grossa, argila, matéria orgânica e a permeabilidade (ROSA, 1981). A compactação irá, em sentido inverso, afetar a estabilidade dos agregados e a permeabilidade (SEIXAS, 1988).

2.3.4 Infiltração

A infiltração será afetada dependendo do tipo e intensidade de chuva, umidade atual, tipo de solo, declividade do terreno, grau de mobilidade, cobertura do solo, crosta e rugosidade, existência de camadas compactadas perto da superfície, altura da camada de água de contato com o solo e velocidade do escoamento superficial da água da chuva (SEIXAS, 1988).

A infiltração de água é possivelmente a característica do solo que melhor indica a ocorrência de um processo de degradação das características físicas do mesmo. Em decorrência, observa a diminuição da infiltração e armazenagem de água no solo (ROSA, 1981).

2.4 COMPACTAÇÃO DO SOLO NA ENGENHARIA

Citado por Bastos (2015), onde o Engenheiro Americano(1933) estabelece os princípios básicos da compactação, sendo: “[...] a densidade que um solo atinge

quando compactado sob uma dada energia de compactação, depende da umidade do solo no momento de compactação”.

Bastos (2015) enfatiza que, o emprego da compactação tem por objetivo melhorar e dar mais estabilidade as propriedades mecânicas de um solo, onde visa reduzir a compressibilidade, aumentar a resistência, reduzir a variação volumétrica por umedecimento e secagem, e reduzir a permeabilidade.

Pode-se empregar a compactação dos solos nas seguintes áreas: construção de aterros, construção de camadas constitutivas de pavimentos, barragens de terra, preenchimento de solo entre maciço e estruturas de arrimo, reenchimentos de cavas de fundações e de tubulações enterradas (BASTOS, 2015).

A compactação do solo é uma forma intermediária de contenção do chorume, para que o mesmo não atinja as águas subterrâneas (aquíferos), assim quando se atinge a permeabilidade (HAMADA, 2002).

Seguindo o pensamento de Bastos (2015), caracteriza-se como técnicas de compactação o lançamento de material de empréstimo (oriundo de jazidas), ou do próprio local (reenchimentos) e passagens de equipamentos que transmitam energia de compactação, sendo cargas moveis e/ou estática. O tipo de obra e o solo a ser utilizado definem o processo pelo qual irá se atingir a umidade e a densidade desejada na compactação.

Hamada (2002) define que compactação de solo *in natura* para construção de aterros sanitários, mesmo quando em solos de areia, é de uma forma um tanto custosa para que se prepare o mesmo, uma vez que o processo resulta na redução da permeabilidade, sendo que este modo tende a reduzir a movimentação de líquidos. Portanto, para tal finalidade devem-se conhecer todos os processos de movimentação do chorume, principalmente nas camadas iniciais da base do aterro, tanto em condições naturais ou compactadas.

O procedimento da compactação dos solos criará uma barreira protetora, assim chamada de *liner*, sendo este revestimento das bases e das laterais em aterros ou outras obras similares, ou sendo até cobertura final de aterros. Visto que revestir a base é a retardação e aumento do tempo máximo que se leva para ocorrer à migração de contaminantes no solo, saturados ou não, de forma a atenuar a concentração dos contaminantes quando atingir os aquíferos (DANIEL, 1993).

2.5 COMPACTAÇÃO DO SOLO NA AGRICULTURA E PECUÁRIA

De acordo com Rodrigues (2001 e 2004), nos últimos anos, o planeta Terra vem sofrendo com as transformações ambientais, causadas pelas atividades agrícolas e pela pecuária.

O desmatamento, a contaminação das águas e do solo são problemas que prejudicam todo o mundo. Através da manutenção da qualidade de vida da população, preservando a diversidade biológica de cada região, que é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pela estabilidade e equilíbrio dos ecossistemas e fonte de imenso potencial de uso econômico.

Em geral, os impactos das atividades agropecuárias sobre a biodiversidade mais conhecidos, são: o desmatamento para expansão da fronteira agrícola, queimadas, poluição, degradação do solo, erosão e contaminação das águas (RODRIGUES, 2001 e 2004).

As atividades agrícolas provocam impactos sobre o ambiente, tais como: desmatamentos e expansão da fronteira agrícola, queimadas em pastagens e florestas, poluição por dejetos animais e agrotóxicos, erosão e degradação de solos, desertificação e contaminação das águas. E as consequências desses impactos podem acarretar na extinção de espécies e populações, diminuição da diversidade biológica, perda de variedades, entre outros. Uma das principais ameaças ao meio ambiente não é a expansão da fronteira agrícola, mas a tendência à monocultura, ao uso de agrotóxicos e a consequente extinção de sistemas tradicionais de cultivo (ARAÚJO, 2010).

CONCLUSÃO

A compactação do solo é de suma importância nas obras de engenharia, constituindo-o para maior estabilização. Na agropecuária, pode ocorrer por meio do manuseio de máquinas de preparo ao solo e manejo de animais, assim, impermeabilizando o solo e diminuindo a compressibilidade do mesmo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. L. M. N. Impactos ambientais nas margens do Rio Piancó causados pela agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. v.4, n.1, p. 13-33, janeiro/dezembro de 2010.

BACCCHI, O. O. S. **Efeitos da compactação sobre o sistema solo-planta em cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1976. 67p. ESALQ. (Tese de Mestrado).

BASTOS, C. Compactação dos solos, DMC/FURG. Mecânica dos Solos. Prof. Cezar Bastos p. 001. Disponível em: <ftp://ftp.ifes.edu.br/cursos/Transportes/CelioDavilla/Solos/Literatura%20complementar/Apostila%20FURG%20Solos/07-%20COMPACTACAO.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2015.

BAVER, L. D. *et al.* **Soil Physics**. 4^a ed. New York, JhonWiley, 1972. 498p.

BORTOLOZZO, A. R.; SANS, L. M. A. Selamento Superficial e Seus Efeitos na Taxa de Infiltração: uma revisão. **Revista FactuCiência**, Unaí, ano 1, n.1, p. 32-42, 2001.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Rio de Janeiro/RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1988. 172p.

DANIEL, D. E. *Case histories of compacted Clay liners and for waste disposal facilities*. In: **Proc. of the 3^o International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering**, St., Mo., S. Prakash (ed.), 1993, p. 1407-1425.

DANIEL, L. A.; MARETTI, H. J. Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de planta. In: SILVEIRA, G. M. da. (coord). Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola, 4., Jundiaí, 1990. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1990. p.22-23.

GILL, W.R.; REAVES, C. A. **Compactation patterns of smooth rubertires**. *Agr. Eng.* 37: 377-80, 1956.

HAMADA, J. Escoamento de chorume de aterros sanitários em solos arenosos compactados. **XXVIII Congresso Interamericano de Engenheiros Ambientais e Sanitaristas**, Cancun, México, 2002 p. 1-7.

LAWS, J. O. **Recent Studies in Raindrops and Erosion Agricola Engineering**. v. 21, p.431-433, 1940.

PINTO, C. S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas/3^a Edição**. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2006. 65p.

SCHAEFR, C. E. R.; SILVA, D. D.; PAIVA, K. W. N.; PRUSKI, F. F.; ALBUQUERQUE E FILHO, M. R.; ALBUQUERQUE M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob

chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5. p.669-675, 2002.

SEIXAS, F. **Compactação do Solo Devido a Mecanização Florestal: Causa, Efeitos e Práticas de Controles**. IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1988.

RODRIGUES, G. S. **Impacto das atividades agrícolas sobre a Biodiversidade: causas e consequências**. In: Garay, I & Dias, B. (Org.). *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2001.

RODRIGUES, G. S. **Impactos ambientais da agricultura**. In: Hammes, V. S. (Ed.Técnica). *Julgar - Percepção do Impacto Ambiental*. São Paulo: Editora Globo, v. 4, 2004.

ROSA, A. **Práticas mecânicas e culturais na recuperação de características físicas de solos degradados pelo cultivo-solo Santo Ângelo (latossolo roxo distrófico)**. Porto Alegre: UFRS, 1981. (Tese de Mestrado). 136p.

WISCHEMEIER, W. R.; SMITH, D. D. *Rainfall Energy and its Relation ship to Soil Loss. Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v. 39, p.285-291, 1951.