

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Simulação da penetração de uma raiz no solo a partir do estudo do comportamento de uma fibra flexível sob um fluxo granular denso

Fabíola F. de Oliveira¹

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPG-MMC), CEFET, Belo Horizonte, MG.

Allbens Atman P. Faria²

Professor Associado III - Departamento de Física e PPG-MMC, CEFET, Belo Horizonte, MG.

Membro Fundador Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Complexos.

O alongamento das raízes é vital para o crescimento dos vegetais e algumas propriedades físicas do solo podem interferir no desenvolvimento do sistema radicular das plantas. O movimento dessas estruturas no solo está intimamente ligado ao estresse hídrico e à impedância mecânica, promovida pela compactação do solo [3].

A compactação, por sua vez, é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento de culturas e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade e sustentabilidade, no plantio direto [5].

O solo, como material granular, e a raiz, como uma estrutura biológica, podem ser considerados como um sistema fluido-estrutura e o entendimento da dinâmica dessa interação pode auxiliar no manejo do solo e de culturas contribuindo tanto para a produção quanto para a estabilidade e qualidade do solo.

O estudo da passagem de um fluido por um obstáculo rígido visa compreender a resposta à deformação e ao escoamento desse fluido, sua reologia [1]. Muitos estudos são realizados com esses obstáculos em meio a um fluxo granular denso com o intuito de caracterizar as forças atuantes em função da geometria do intruso [4]. No caso em que o obstáculo é flexível, existirá uma resposta tanto do fluido quanto da estrutura, dessa forma tem-se um sistema fluido-estrutura em que o intruso sofrerá deformação e o fluido uma perturbação [1].

Neste trabalho faz-se a simulação da penetração de uma raiz no solo, através do estudo da penetração de uma fibra flexível em um meio granular denso, usando a técnica de dinâmica molecular.

A dinâmica molecular é uma técnica determinística que estuda os movimentos físicos de partículas dependentes do tempo, em que são conhecidos seus potenciais de interação e as equações que regem seus movimentos. É o termo utilizado para descrever um conjunto de

¹fernandes.ffe@gmail.com

²atman@cefetmg.br

soluções para as equações clássicas de movimento das partículas [2]. A simulação, portanto, parte da geração das configurações iniciais do sistema, sendo, neste caso, uma caixa repleta de discos de diferentes diâmetros, uniformemente distribuídos, seguida pela aplicação do fluxo das partículas em direção ao intruso (Figura 1). O intruso está representado por uma haste, presa em uma das extremidades. A dinâmica então acontece, com base no cálculo das forças exercidas sobre cada partícula em função das interações e iterações das equações de movimento de Newton, empregando o algoritmo Velocity-Verlet.

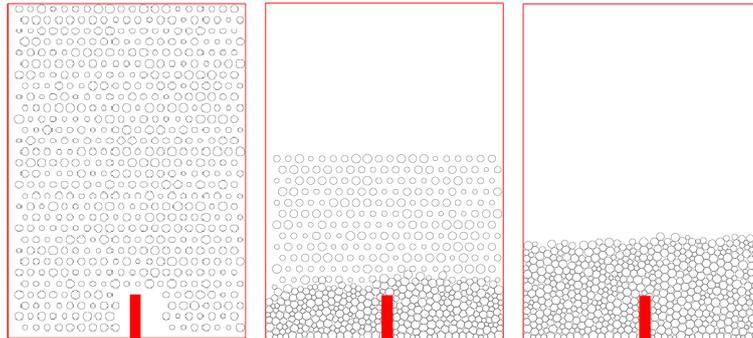


Figura 1: Representação do fluxo granular em direção à haste.

O trabalho está em andamento e, visando a conclusão das próximas etapas, estão sendo estudadas as forças atuantes sobre o intruso e as forças reativas do meio granular. A princípio, está sendo analisado o comportamento da haste rígida para então torná-la flexível. Portanto, até o fim deste projeto será possível descrever um modelo sobre o comportamento de uma raiz no solo e as forças atuantes nas duas partes do sistema.

Referências

- [1] N. P. Algarra. Pénétration d'une fibre flexible dans un milieu granulaire dense Tese de Doutorado, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2016.
- [2] M. P. Allen, D. J. Tildesley. *Computer simulation of liquids*. [S.l.]: Oxford university press, 2017.
- [3] C. M, Cejas, C. M. J. C. Castaing, L. Hough, C. Frétygny, and R. Dreyfus, Root Growth in 2D Wet Granular Media Modified by Intrusions, *Pesticide Formulation and Delivery Systems: 33rd Volume, Sustainability: Contributions from Formulation Technology*, p. 118-128, ASTM International, West Conshohocken, 2014. DOI:10.1520/STP156920120180.
- [4] G. D. R. Midi. On dense granular flows. *European Physical Journal E-Soft Matter*, v. 14, n. 4, 2004. DOI:10.1140/epje/i2003-10153-0.
- [5] A. P. da Silva, S. Imhoff, B. Kay. Plant response to mechanical resistance and air-filled porosity of soils under conventional and no-tillage system. *Sci. Agric.*, v. 61, n. 4, p. 451-456, 2004. DOI:10.1590/S0103-90162004000400016.