

Mistérios da areia

Novo padrão de movimento dos grãos pode aprimorar a fabricação de materiais

Salvador Nogueira

Brincar com areia em geral é tarefa de criança na praia. Mas os físicos, que preservam a mesma curiosidade que as crianças pelo mundo e quebram a cabeça para desvendar seus mistérios, também podem se divertir com um punhado de areia. E descobrir fenômenos interessantes. Um exemplo é o trabalho recém-publicado de um pesquisador brasileiro, feito em parceria com dois alemães. O trio identificou um comportamento de grãos de areia que ainda não havia sido descrito e só é observado quando os grãos são chacoalhados na horizontal: a expansão e o colapso repetidos do conjunto dos grãos.

A areia, assim como outros materiais granulares, exerce um poder quase hipnótico sobre as pessoas. Formados por grãos no estado sólido, esses materiais se comportam ora como sólido, ora como líquido – sem que os grãos sofram mudança de estado físico. É difícil não ficar intrigado ao encher a mão de areia e observá-la escorrer entre os dedos, como água, ou ao vê-la se comportar como um material sólido quando se caminha sobre ela. “Explicar esse comportamento é um problema de 200 anos”, diz Jason Gallas, físico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidade Federal da Paraíba que participou do estudo. “Michael Faraday, mais conhecido pelos trabalhos sobre o eletromagnetismo, também fez experiências com materiais granulares.” Em seus testes, o físico inglês se perguntou: como caracterizam quando os materiais granulares se comportam

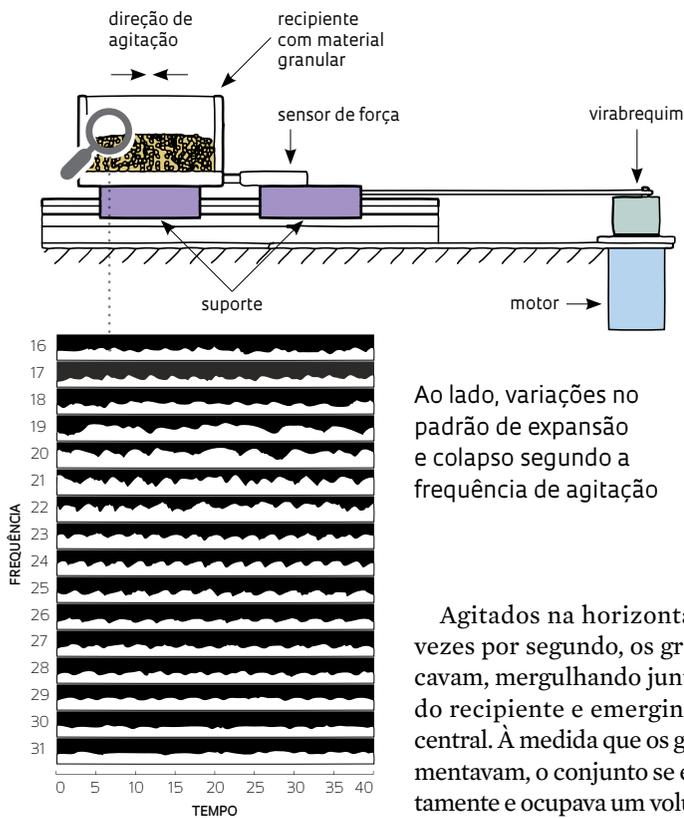
como sólidos e quando agem como fluidos, escorrendo de uma ampulheta, por exemplo?

Gallas e seus colegas Thorsten Pöschel e Dirk Rosenkranz, da Universidade Friedrich-Alexander, em Erlangen, Alemanha, não trabalharam especificamente no problema que atormentou Faraday. Mas descobriram algo que, no futuro, pode gerar aplicações para a engenharia de materiais sofisticados. Em um experimento bastante simples, eles colocaram material granular – grãos de quartzo, de óxido de alumínio e de óxido de ferro – em uma bandeja de acrílico que foi agitada a diferentes frequências e amplitudes sob o controle de um computador. E observaram o que ocorreu.



Como foi o experimento

Areia e outros materiais foram depositados em uma bandeja e agitados na horizontal. O conjunto de grãos sofreu expansão e colapso sucessivos na região central do recipiente (*área ampliada*)



Ao lado, variações no padrão de expansão e colapso segundo a frequência de agitação

Agitados na horizontal de 22 a 29 vezes por segundo, os grãos se deslocavam, mergulhando junto às paredes do recipiente e emergindo na região central. À medida que os grãos se movimentavam, o conjunto se expandia lentamente e ocupava um volume maior na área central da bandeja, para, em seguida, sofrer um colapso abrupto e retornar ao volume original.

O difícil foi interpretar o que havia se passado. Como o fluxo de grãos é constante, o volume também deveria ser, uma vez que a quantidade de areia que afunda nas bordas é a mesma que vem à tona na área central.

QUASE VÁCUO

A primeira explicação que vem à cabeça é que, conforme os grãos se deslocam, o ar se acumula abaixo deles e causa a expansão. Mas os pesquisadores confirmaram que não necessariamente se trata disso. Eles repetiram os experimentos num ambiente de baixa pressão (quase vácuo) e o resultado continuou o mesmo. “Se houver contribuição do ar para o efeito, ela é muito pequena”, diz Gallas.

O grupo tem uma hipótese para explicar o que acontece, ligada a um fenômeno chamado dilatação de Reynolds. Descrito por Osborne Reynolds em 1885, ele ajuda a explicar a tendência dos materiais granulares de expandir em volume em consequência do rearranjo dos grãos. “Grosso modo, podemos pensar em termos das antigas pontes de pedra feitas sobre os rios”, exemplifica Gallas.

Assim como essas construções tinham como base pilares ligados por arcos de pedras, imagina-se que a movimentação dos grãos gere uma reestruturação tridimensional do material, que cria algo similar a arcos e abre espaços vazios entre as partículas. Contudo, com o acúmulo de mais e mais grãos, a estrutura colapsa e se compacta.

Uma forma de testar a hipótese seria conduzir simulações de computador demonstrando *in silico* os efeitos observados. Mas, embora Thorsten e Gallas sejam especialistas em simulações, não há perspectiva de realizá-las de imediato. Apesar de ser um experimento simples, fazer simulações virtuais em três dimensões seria complicado demais porque envolve um elevado número de partículas.

“Esse artigo é um dos destaques de nossas pesquisas recentes”, comenta Pöschel, que lidera um grande grupo de estudos de materiais granulares na Alemanha. Na verdade, levou mais de 15 anos da primeira observação do efeito à publicação. Uma das razões é que o pesquisador do grupo de Pöschel que iniciou o experimento arranhou outro emprego e deixou a equipe. “Só retomamos agora”, diz Gallas, que passou nove meses em Erlangen trabalhando no problema.

Gallas enfatiza que o interesse do grupo é a ciência básica: ajudar na compreensão dos complexos fenômenos dos materiais granulares. Mas destaca que essas pesquisas podem gerar aplicações no futuro. A engenharia de materiais teria muito a se beneficiar, em especial em áreas como a fabricação de cerâmicas ultraduras, que envolve a compactação e o processamento de grãos. Entender como os grãos da matéria-prima se comportam pode ajudar a compactar mais o material e chegar a um produto de mais qualidade.

O mesmo vale para a indústria de CDs e DVDs. Os discos são fabricados a partir de material plástico granular. Contudo, o processo de manufatura é imperfeito. “Tipicamente pode haver perdas de até 30% no processo industrial de fabricação desses objetos. É muita coisa”, diz Gallas, ressaltando que o caminho para melhorar esses números é compreender as sutilezas dos fenômenos envolvidos.

Ele e os colegas estão entusiasmados com o novo efeito, tão pronunciado e ainda assim desconhecido, no movimento dos grãos. Mas reconhecem que estão longe de compreendê-lo inteiramente. Isso para não mencionar outros fenômenos que podem vir a ser descobertos, conforme novos estudos sejam feitos. “É apenas o começo”, diz o brasileiro. ■

Artigo científico

PÖSCHEL, T. et al. Recurrent inflation and collapse in horizontally shaken granular materials. *Physical Review E*. 2012.

Assista ao vídeo:

