

# RESISTÊNCIA DO ORGANOMINERAL PELETIZADO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE AGLUTINANTES

*Data de aceite: 03/07/2023*

### **Dieini Melissa Teles dos Santos**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Ciências do Solo (UFRRJ)

### **Juliana Itaborahy da Costa**

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

### **Milene Ramos**

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

### **Andreia Laurindo de Almeida Gomes**

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

### **Ricardo de Castro Dias**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Ciências do Solo (UFRRJ)

### **Everaldo Zonta**

Professor do Departamento de Agronomia (UFRRJ)

**RESUMO:** A resistência ao esmagamento é uma das propriedades físicas que contribuem para o aumento da eficiência de uso do organomineral. O objetivo do trabalho foi avaliar a dureza do

organomineral formulado com diferentes proporções de cascalho de perfuração de poços de petróleo *onshore* e torta de mamona com e sem aglutinantes. Foram conduzidos dois ensaios no departamento de Solos da UFRRJ, Seropédica-RJ, em um delineamento inteiramente casualizado. O primeiro: 9 proporções de cascalho:torta de mamona (1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 e 9:1) e 2 testemunhas (cloreto de potássio e superfosfato triplo) x 4 repetições. O segundo: fatorial das 3 melhores proporções do ensaio anterior (4:6, 5:5 e 6:4) x 2 aglutinantes (polivinilpirrolidona-PVP e alginato de Na) x 3 doses (0,5, 1, 2% e controle absoluto) x 4 repetições. Os resultados do primeiro ensaio indicam que o tratamento 4:6 apresentou maior dureza, cerca de 2 vezes superior em relação a 9:1 e 2:8. Em relação ao segundo ensaio, a dose de 2% de pvp e alginato proporcionou maior dureza nas proporções 4:6 e 5:5. Já a dose de 0,5% de pvp promoveu dureza superior a dose de 2% de pvp e semelhante a dose de 2% de alginato na proporção 6:4. **PALAVRAS-CHAVE:** diferentes aditivos, dureza, resíduos como insumo agrícola.

## STRENGTH OF PELLETIZED ORGANOMINERAL AS A FUNCTION OF DIFFERENT BINDING SOURCES

**ABSTRACT:** Crushing resistance is one of the physical properties that contribute to increasing the efficiency of organomineral use. The aim of the study was to evaluate the hardness of the organomineral formulated with different proportions of *onshore* oil drilling gravel and castor oil cake with and without binders. Two experiments were carried out in the Department of Soils at UFRRJ, Seropédica-RJ, in a completely randomized design. The first: 9 ratios of gravel: castor pie (1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 and 9:1) and 2 controls (potassium chloride and triple superphosphate) x 4 replicates. The second: factorial of the 3 best proportions from the previous assay (4:6, 5:5 and 6:4) x 2 binders (polyvinylpyrrolidone-PVP and Na alginate) x 3 doses (0.5, 1, 2% and control absolute) x 4 repetitions. The results of the first test indicate that the 4:6 treatment showed greater hardness, about 2 times higher than the 9:1 and 2:8. In relation to the second test, the dose of 2% pvp and alginate provided greater hardness in the proportions 4:6 and 5:5. On the other hand, the dose of 0.5% of pvp promoted hardness superior to the dose of 2% of pvp and similar to the dose of 2% of alginate in the proportion 6:4.

**KEYWORDS:** different additives, hardness, residues as agricultural input.

### INTRODUÇÃO

Os fertilizantes agrícolas são insumos importantes para a reconstrução e manutenção da fertilidade do solo, sobretudo, em regiões com elevado grau de intemperismo. Essas condições exigem práticas de manejo como a calagem e alta quantidade de nutrientes para as plantas (NOVAIS et al., 2007).

Para alcançar produtividade para abastecimento interno e competitividade no mercado externo a agricultura brasileira depende da importação de fertilizantes minerais. Segundo a ANDA, em 2021, a produção de fertilizantes no Brasil correspondeu a pouco mais de 15% do total entregue ao mercado.

Neste contexto, o emprego da técnica de combinação entre diferentes fontes minerais e orgânicas configura-se em uma estratégia para minimizar a dependência por nutrientes externos. Diversos estudos demonstram a eficiência agrônômica dos fertilizantes organominerais (FOMs) em diferentes culturas (CRUSCIOL et al., 2020; MUMBACH et al., 2020; SILVA et al., 2020; BENITES et al., 2022). Outra vantagem na utilização do FOM é quanto a sua maior eficiência de uso quando comparado aos fertilizantes minerais, sobretudo, pela redução de perdas dos nutrientes por lixiviação ou volatilização (ZONTA et al., 2021).

Outro benefício do uso do FOM está atrelado a utilização de subprodutos como fonte de matéria-prima para a formulação. Neste sentido, o cascalho derivado da perfuração de poços de petróleo possui potencial para ser utilizado como insumo agrícola, em virtude da composição química e do volume gerado. Freitas (2013) e Guedes (2014) realizaram ensaios de eficiência agrônômica com o cascalho e observaram o aumento dos teores de

bases no solo, incrementando cálcio, magnésio e potássio e micronutrientes como ferro e manganês.

Entretanto, para desenvolver novos fertilizantes é importante a compreensão das propriedades físicas pois afetam o armazenamento, aplicação, comportamento no solo e eficiência agrônômica. Características como a alta resistência ao esmagamento e a abrasão são fundamentais para evitar a formação de partículas finas e problemas de segregação que resultam em distribuição desuniforme de nutriente no campo (ANTILLE et al., 2013).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a dureza do organomineral formulado com diferentes proporções de cascalho de perfuração de poços de petróleo terrestre (*onshore*) e torta de mamona com e sem aglutinantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios no departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro–UFRRJ, Seropédica-RJ, em um delineamento inteiramente casualizado. O **primeiro**: 11 tratamentos: 9 proporções de cascalho:torta de mamona (1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 e 9:1) e 2 testemunhas (cloreto de potássio-KCl e superfosfato triplo-SFT) x 4 repetições. O **segundo**: fatorial das 3 melhores proporções do ensaio anterior (4:6, 5:5 e 6:4) x 2 aglutinantes (polivinilpirrolidona-PVP e alginato de Na) x 3 doses (0,5, 1, 2% e controle absoluto) x 4 repetições. Os tratamentos foram formados pela média de 15 pellets por repetição.

O equipamento utilizado para a produção do FOM foi a peletizadora modelo CSF 200/260 mm com capacidade de produção até  $350 \text{ kg h}^{-1}$  e produz pellets com 2 mm. O cascalho foi peneirado em uma malha com abertura de 1 mm. Já a torta de mamona foi seca em estufa de circulação forçada de ar a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  até peso constante e moída em moinho do tipo Willey (facas), de aço inox e passada em peneira de 1 mm. Em seguida os resíduos foram pesados de acordo com cada proporção e homogeneizados em misturador tipo “V”. Para realizar a correção da umidade para 35%, foi determinada a umidade inicial dos resíduos (TEDESCO et al., 1995).

Após a formulação, os fertilizantes foram acondicionados em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  até massa constante. A variável analisada foi a dureza dos pellets com o auxílio de um medidor de compressão digital portátil chamado de durômetro, modelo 298 DGP com escala de até 20 kgf.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene ( $p \geq 0,05$ ), respectivamente, com posterior análise de variância pelo teste F, a 0,05 de significância. Para o primeiro ensaio as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e para o segundo foram ajustadas equações de regressão, adotando-se o modelo linear. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa R (R CORE TEAM<sup>®</sup>, 2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do primeiro experimento indicam que as diferentes proporções dos resíduos influenciam na resistência mecânica do organomineral. Na Figura 1 observa-se que a dureza dos pellets do tratamento 4:6 com 1,21 kgf foi superior cerca de 2 vezes em relação aos tratamentos 9:1 com 0,76 kgf e 2:8 com 0,56 kgf. Para os demais tratamentos não houve diferença significativa.

De acordo com Antille et al. (2013) para desenvolver novos fertilizantes é importante a compreensão das propriedades físicas, pois influenciam no armazenamento, distribuição, segregação de partículas, comportamento no solo e eficiência agrônômica. Contudo, na IN n° 61 de 08 de julho de 2020 do MAPA que rege as especificações dos fertilizantes organominerais poucas são as discriminações quanto às propriedades físicas, e com relação aos FOMs peletizados limita-se apenas a sua natureza física (BRASIL, 2020). Paré et al. (2009) observaram que dentre as 15 propriedades físicas avaliadas a densidade e a resistência são as mais importantes pois além de serem consideradas fáceis, de baixo custo e rápidas de mensurar podem prever cinco outras propriedades físicas que são mais difíceis de medir ou calcular.

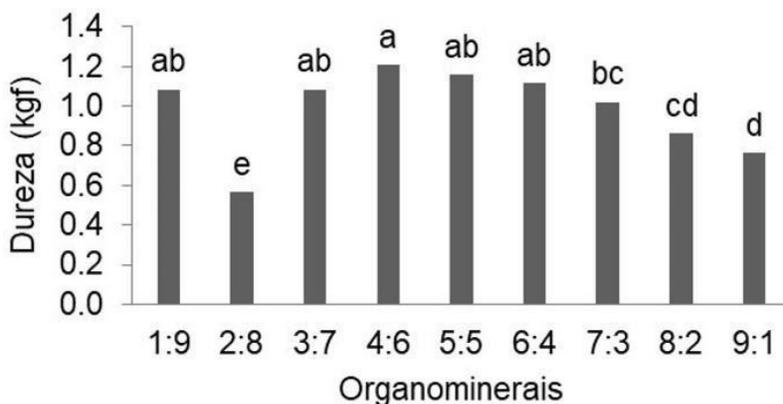


Figura 1 – Dureza dos pellets de organominerais com diferentes proporções de cascalho *onshore* e torta de mamona. Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). CV de 7,4%.

Ao avaliar a resistência das 3 proporções medianas que apresentaram maiores durezas (4:6, 5:5 e 6:4) em relação aos fertilizantes solúveis, observa-se que os FOMs apresentaram dureza superior (média de 1,16 kgf) cerca de 2 vezes em comparação ao KCl (0,60 kgf). No entanto, ao comparar os FOMs com o SFT observa-se que o fertilizante fosfatado apresentou dureza (3,12 kgf) cerca de 2,7 vezes superior em relação ao organomineral (Figura 2). Esses resultados sugerem a necessidade de adicionar agentes aglutinantes visando elevar a dureza dos pellets.

Segundo Antille et al. (2013) a dureza é uma propriedade física importante para manutenção da integridade do FOM. Maior resistência ao esmagamento e à abrasão são necessárias para evitar a segregação granulométrica que resulta em distribuição desuniforme de nutrientes no campo.

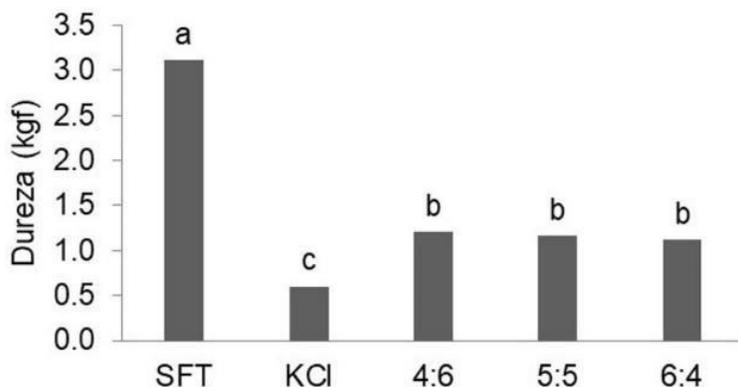


Figura 2 – Dureza dos organominerais e minerais. Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). CV de 5,8%.

Para a condução do segundo experimento foram selecionadas as 3 proporções medianas que apresentaram maiores durezas (4:6, 5:5 e 6:4) no ensaio anterior. As doses dos aglutinantes influenciaram no aumento da dureza dos FOMs. Ao avaliar a proporção 4:6 nota-se que houve um crescimento linear na dureza dos pellets com o aumento das doses de pvp. A dose de 2% de pvp proporcionou dureza superior com 20,22 kgf cerca de 16,7 vezes em comparação ao controle absoluto com 1,21 kgf e 1 vez em relação a dose de 2% de alginato (Figura 3A).

Com relação à proporção 5:5 os resultados apontam que a dose de 2% tanto do pvp quanto do alginato de Na proporcionaram aumento semelhante na dureza com 17,13 e 18,08 kgf, respectivamente, de 14,8 e 15,6 vezes, respectivamente, quando comparado com o controle absoluto com 1,16 kgf (Figura 3B).

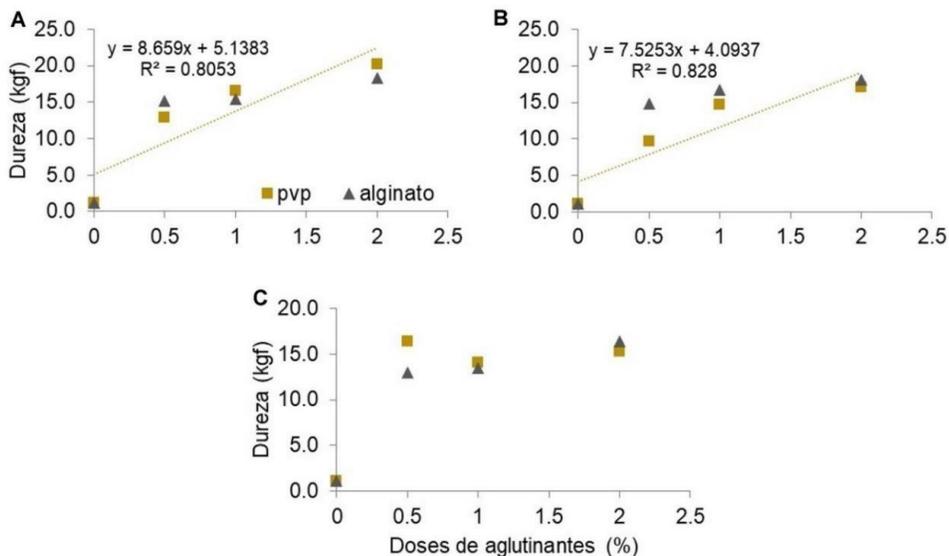


Figura 3 – Dureza do pellet em função de diferentes níveis e agentes aglutinantes. A) Proporção 4:6 do organomineral; B) Proporção 5:5 do organomineral; C) Proporção 6:4 do organomineral. Dados submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e análise de regressão.

Já ao avaliar a proporção 6:4 nota-se que a dose de 0,5% de pvp (16,39 kgf) proporcionou dureza superior 1 vez quando comparado com a dose de 2% de pvp (15,27 kgf) e semelhante a dose de 2% de alginato (16,45 kgf). Ainda a dose de 0,5% de pvp apresentou dureza cerca de 14,6 vezes superior em relação ao controle absoluto (1,12 kgf) (Figura 3C). Doses superiores a 0,5% de pvp não é recomendado pois promove redução da resistência ao esmagamento.

Os resultados apontam que independentemente das diferentes proporções dos resíduos do FOM ao adicionar a menor dose (0,5%) de pvp e alginato é possível aumentar a dureza no mínimo em 8 e 11 vezes, respectivamente, quando comparado ao controle absoluto. É importante destacar que a dureza é apenas uma das propriedades que deve ser levada em consideração na formulação do FOM. Portanto, a combinação ótima do FOM deve ser escolhida em função da sua combinação física, química e propriedades de resposta da planta (PARE et al., 2010).

## CONCLUSÕES

A proporção 4:6 apresentou a maior dureza.

A dose de 2% de pvp e alginato proporcionou maior dureza nas proporções 4:6 e 5:5.

A dose de 0,5% de pvp promoveu a maior dureza na proporção 6:4.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDA. Macro Indicadores. Disponível em: <[http://anda.org.br/pesquisa\\_setorial/](http://anda.org.br/pesquisa_setorial/)>. Acesso em: 30 out. 2022.

ANTILLE, D.L. et al. Characterisation of Organomineral Fertilisers Derived from Nutrient-Enriched Biosolids Granules. **Applied and Environmental Soil Science**, p. 1-11, 2013.

BENITES, V.M. et al. Organomineral Fertilizer Is an Agronomic Efficient Alternative for Poultry Litter Phosphorus Recycling in an Acidic Ferralsol. **Frontiers in Agronomy**. v.4, p.1-13,2022.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO —

MAPA. Instrução Normativa (IN) n° 61, de 08 de julho de 2020.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Organomineral Fertilizer as Source of P and K for Sugarcane. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 5398, 2020.

FREITAS, F.C. **Caracterização química de cascalhos de perfuração de poços de petróleo e seus efeitos em plantas e nas bases trocáveis do solo**. 2013. 135p. Tese (Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2013.

GUEDES, J.N. **Estratégias de manejo do cascalho oriundo da perfuração de poços de petróleo**. 2014. 146p. Tese (Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2014.

MUMBACH, G.L. et al. Agronomic efficiency of organomineral fertilizer in sequential grain crops in southern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 4, p. 3037–3049, 2020.

NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do Solo** – SBCS. Viçosa, 1017p, 2007.

PARÉ, M.C. et al. Physical properties of organo-mineral fertilizers - Short Communication. **Canadian Biosystems Engineering**, v. 51, n. 3, p. 21-27, 2009.

PARE, M.C. et al. Improving Physical Properties of Organo-Mineral Fertilizers: Substitution of Peat by Pig Slurry Composts. **Applied Engineering in Agriculture**, 26(3), 447–454, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.

SILVA, R.C.D. et al. Phosphate Organomineral Fertilizer Usage Compared to Mineral Phosphate in Corn Cultivation. **Journal of Agricultural Science**, v. 12,n.7, p.92, 2020.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. *Boletim técnico* n. 5, 2ª edição, Departamento de Solos, UFRGS, Porto Alegre, 174p, 1995.

ZONTA, E.; STAFANATO, J.B.; PEREIRA, M.G. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. In: ZONTA, E.; STAFANATO, J.B.; PEREIRA, M.G. BORGES, A.L. (Ed. Técn.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília: 2. ed., Embrapa, 2021, p. 265-303.