

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NA DUREZA DO ORGANOMINERAL GRANULADO

Data de aceite: 03/07/2023

Andreia Laurindo de Almeida Gomes

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Juliana Itaborahy da Costa

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Milene Ramos

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Ricardo de Castro Dias

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

Dieini Melissa Teles dos Santos

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

Everaldo Zonta

Professor do Departamento de Agronomia
(UFRRJ)

RESUMO: As propriedades físicas dos organominerais são pouco compreendidas, mas devem ser avaliadas pois influenciam a eficiência agrônômica. O objetivo do trabalho foi avaliar a dureza do organomineral produzido a partir de cascalho de perfuração de poços de petróleo *onshore* e torta de

mamona em diferentes granulometrias. O ensaio foi conduzido no departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em fatorial de 9 proporções de cascalho *onshore*: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 2 faixas granulométricas (4-3 e 2 mm) x 4 repetições. A dureza dos grânulos de 4-3 mm foi superior em 63% em relação aos de 2 mm. A proporção 1:9 apresentou maior dureza nas diferentes faixas granulométricas.

PALAVRAS-CHAVE: cascalho *onshore*, resistência física, tamanho do grânulo.

INFLUENCE OF GRANULOMETRY ON THE HARDNESS OF GRANULATED ORGANOMINERAL

ABSTRACT: The physical properties of organominerals are poorly understood, but they must be evaluated as they influence agronomic efficiency. The aim of this work was to evaluate the hardness of the organomineral produced from *onshore* oil drilling gravel and castor bean pie in different granulometries. The experiment was carried

out in the Soils Department of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. The experimental design was completely randomized in a factorial of 9 proportions of onshore gravel: castor bean 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 2 granulometric bands (4-3 and 2 mm) x 4 repetitions. The hardness of the 4-3 mm granules was 63% higher than the 2 mm granules. The 1:9 ratio showed greater hardness in the different granulometric ranges.

KEYWORDS: granule size, *onshore* gravel, physical resistance.

INTRODUÇÃO

A cadeia dos fertilizantes agrícolas possui grande importância para o setor do agronegócio brasileiro, pois a produção de fertilizante não acompanha a demanda interna levando a uma dependência por importações. No ano anterior cerca 85% da demanda pelo insumo derivou da importação (ANDA, 2021).

O Brasil possui extensão territorial e diversidade climática capaz de alcançar grandes produções de diversas culturas. No entanto, os solos das regiões tropicais e subtropicais são predominantemente de baixa fertilidade em virtude da remoção acelerada de nutrientes em razão da alta temperatura e precipitação. Essas condições exigem práticas de manejo como a calagem e alta quantidade de nutrientes para as plantas (NOVAIS et al., 2007). A adubação quando manejada de forma incorreta, sobretudo os fertilizantes minerais, pode causar impactos ambientais como a poluição do solo e da água (SAVCI, 2012).

Os fertilizantes podem ser classificados como minerais, orgânicos ou organominerais (combinação dos minerais e orgânicos) (BRASIL, 2004).

No que tange os fertilizantes organominerais esses possuem maior eficiência de uso pois minimizam as perdas dos nutrientes por lixiviação ou volatilização, promove melhorias na estrutura do solo em virtude do fornecimento da matéria orgânica, e reduz o uso das fontes convencionais (ZONTA et al., 2021). A utilização de subprodutos industriais para compor o fertilizante organomineral (FOM) mostra-se uma alternativa eficiente para a destinação de passivos ambientais (CRUSCIOL et al., 2020; BENITES et al., 2022). O cascalho derivado da perfuração de poços de petróleo possui potencial de uso na agricultura em virtude do conteúdo de potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes (FREITAS, 2013; GUEDES, 2014).

A legislação brasileira define as propriedades químicas do FOM, porém poucas são as exigências quanto à natureza física (BRASIL, 2020). As propriedades físicas dos FOMs são importantes pois atuam no comportamento no solo e na eficiência agrônômica (ANTILLE et al., 2013). Características como a granulometria e a dureza atuam na segregação de durante o transporte, armazenamento, aplicação no campo e na taxa de dissolução no solo, influenciando na resposta da cultura.

O objetivo do trabalho foi avaliar a dureza do organomineral produzido a partir de cascalho de perfuração de poços de petróleo terrestre (*onshore*) e torta de mamona em diferentes granulometrias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, no município de Seropédica, RJ. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com um fatorial de 9 proporções de cascalho *onshore*: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 2 faixas granulométricas (4-3 e 2 mm) x 4 repetições. Reescrever os tratamentos, só entendi quais foram seus tratamentos quando li os seus resultados. Os tratamentos foram constituídos pela média de 15 grânulos por repetição.

Para a produção do FOM foi utilizado um granulador com diâmetro de disco de 60 cm, ângulo de inclinação de 45° e velocidade de 35 a 40 rpm.

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 °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”. Durante o processo de formulação foi adicionado água destilada com o auxílio de um borrifador. Após a formulação, os fertilizantes foram acondicionados em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até a massa constante.

Para a classificação granulométrica foi utilizado um jogo de peneiras. Os grânulos passados em malha de 4 mm e retidos na de 2 mm corresponderam a faixa de 4-3 mm e os passados em malha de 2 mm e retidos na de 1 mm corresponderam a faixa de 2 mm (BRASIL, 2020). A variável analisada foi a dureza do grânulo com o auxílio de um durômetro, modelo 298 DGP de até 20 kgf. A Figura 1 apresenta os resíduos utilizados para produção FOM e as diferentes faixas granulométricas.



Figura 1 – Resíduos utilizados na produção do organomineral e as diferentes granulometrias. Os dados obtidos 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 e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A análises foram realizadas utilizando o programa R (R CORE TEAM®, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A granulometria do organomineral influencia na dureza do fertilizante. A média dos grânulos de 4 e 3 mm com 0,39 kgf apresentaram maior resistência mecânica cerca de 63% quando comparado aos com tamanho de 2 mm com 0,24 kgf (Tabela 1). Os resultados indicam que quanto maior o tamanho do grânulo maior será a dureza, contudo a IN n° 61 de 08 de julho de 2020 do MAPA que rege as exigências dos fertilizantes orgânicos e biofertilizantes sólidos permite a comercialização de grânulos em uma faixa entre 4,8 e 1 mm.

Com relação a resistência dos grânulos nas diferentes proporções dos organominerais, o tratamento 1:9 apresentou dureza significativa nas diferentes faixas granulométricas. Esses resultados podem estar relacionados com a matéria orgânica que está atuando como ligante entre as partículas. Conforme observado por Allaire e Parent (2004).

As maiores durezas dos FOMs com granulometria entre 3 e 4 mm foram observadas nos tratamentos 1:9 com 0,75 kgf e 9:1 com 0,72 kgf, ambos foram superiores cerca de 1, 2, 3 e 4 vezes em relação às proporções 2:8 com 0,57 kgf, 8:2 com 0,34 kgf, 7:3 com 0,26 kgf e 6:4 com 0,18 kgf, respectivamente. Para os demais tratamentos não houve diferença significativa. Os resultados apontam que maiores proporções seja de cascalho ou torta de mamona tendem a se comportar como agentes cimentantes, promovendo aumento da resistência dos grânulos.

Tabela 1 – Dureza dos grânulos do fertilizante organomineral em função de diferentes proporções de cascalho *onshore* e torta de mamona e diferentes granulometrias (mm).

Proporção	Granulometria			
	4 a 3 mm		2 mm	
	kgf			
1:9	0,75	Aa	0,57	Ba
9:1	0,72	Aa	0,32	Bb
2:8	0,57	Ab	0,36	Bb
8:2	0,34	Ac	0,19	Bc
7:3	0,26	Ad	0,17	Bcd
4:6	0,25	Ade	0,16	Bcd
3:7	0,23	Ade	0,16	Bcd
5:5	0,20	Ade	0,13	Bcd
6:4	0,18	Ae	0,12	Bd
CV (%)				9,8

Letras maiúsculas nas linhas representam a média da dureza em relação a granulometria e letras minúsculas nas colunas representam a média da dureza entre as proporções. Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quando avaliado a dureza dos grânulos de tamanho 2 mm, nota-se que o tratamento 1:9 com 0,57 kgf foi superior em 1,6, 1,8, 3 e 4,8 vezes em comparação aos tratamentos 2:8 com 0,36 kgf, 9:1 com 0,32 kgf, 8:2 com 0,19 kgf e 6:4 com 0,12 kgf, respectivamente (Tabela 1). Já os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa.

Antille et al. (2013) avaliaram faixas granulométricas e observaram dureza entre 1,18 e 4,33 N mm⁻² concluindo que o diâmetro ideal dos grânulos está entre 1,10 e 5,50 mm com cerca de 80% das partículas na faixa de 2,25 a 4,40 mm.

Ao comparar a resistência do FOM com 4 e 3 mm em relação aos fertilizantes convencionais, nota-se que a dureza das proporções 1:9 e 9:1 foram superiores ao cloreto de potássio (0,60 kgf) cerca de 25 e 20%, respectivamente (Figura 2A). Já a proporção 2:8 foi semelhante ao KCl. Enquanto para as demais proporções (3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3 e 8:2) a dureza do mineral foi superior variando entre 2 a 3 vezes.

Allaire e Parent (2003), observaram que o FOM apresentou distribuição mais homogênea que os grânulos minerais e atribuíram o resultado a segregação de partículas dos fertilizantes minerais (separação das partículas em virtude dos diferentes tamanhos). O tamanho do grânulo influencia na resistência que interfere na segregação de partículas durante o armazenamento, transporte, distribuição e influencia na eficiência do uso do fertilizante pelas culturas.

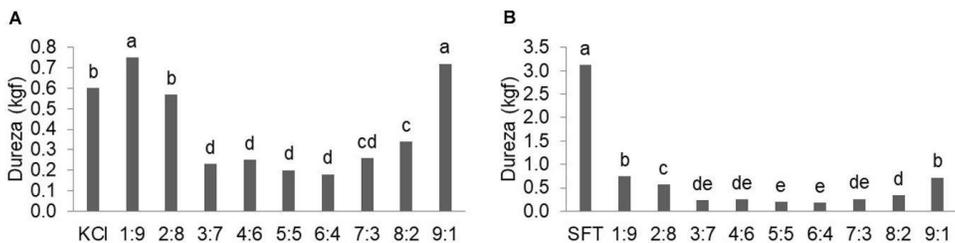


Figura 2 – Dureza dos grânulos de 4-3 mm. A) Organomineral e KCl (cloreto de potássio); B) Organomineral e SFT (superfosfato triplo). Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV de 8,5.

No entanto, quando comparado o FOM com o superfosfato triplo (3,12 kgf), observa-se que nenhuma das proporções apresentaram dureza superior ao fertilizante mineral (Figura 2B). A dureza do superfosfato triplo foi cerca de 4 vezes maior em comparação aos melhores resultados descritos anteriormente para os tratamentos 1:9 e 9:1. E ainda quando comparado a resistência do superfosfato triplo com os demais tratamentos do organomineral, observa-se um aumento variando entre 6 a 17 vezes. Para a dureza do FOM com tamanho de 2 mm nota-se que não houve proporção superior em relação ao cloreto de potássio (Figura 3A). A média da dureza da proporção 1:9 apresentou resistência semelhante ao KCl e ambos foram superiores cerca de 1,7 vezes em comparação com as

proporções 2:8 e 9:1, e superiores em 3 e 5 vezes em relação às proporções 8:2 e 6:4, respectivamente. Os demais tratamentos não foram significativos.

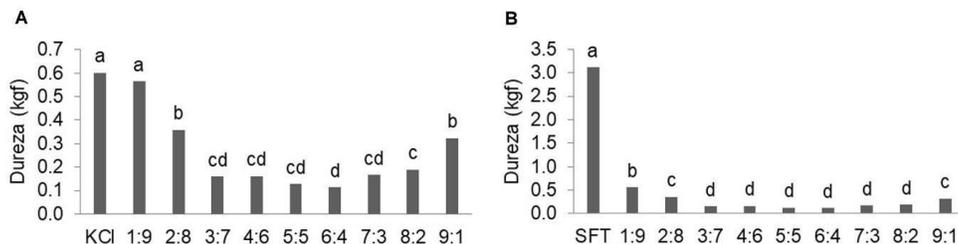


Figura 3 – Dureza dos grânulos de 2 mm. A) Organomineral e KCl (cloreto de potássio); B) Organomineral e SFT (superfosfato triplo). Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV de 10%.

Quando comparado a dureza dos FOMs de 2 mm com o superfosfato triplo observa-se a mesma tendência dos grânulos de 4-3 mm. O SFT apresentou maior resistência variando entre 5,5 a 26 vezes em relação ao FOM (Figura 3B).

Os resultados indicam que novos ensaios devem ser realizados a fim de compreender outras propriedades físicas dos organominerais e não limitando apenas ao tamanho do grânulo. Paré et al. (2009) afirmam que propriedades físicas dos grânulos facilmente mensuráveis podem prever outras propriedades físicas que são, mais difíceis de avaliar. No estudo os autores demonstraram que a densidade aparente influenciou outras densidades, porosidades e dureza do grânulo

CONCLUSÕES

Os grânulos de 4 e 3 mm apresentaram maior resistência mecânica.

A proporção 1:9 do organomineral apresentou maior dureza nas diferentes faixas granulométricas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLAIRE, S.E.; PARENT, L.E. Physical properties of granular organic-based fertilisers, Part 1: Static Properties. **Biosystems Engineering**, v. 87, n. 1, p. 79-87, 2004.

ALLAIRE, S.E.; PARENT, L.E. Size Guide Number and Rosin–Rammler Approaches to describe Particle Size Distribution of Granular Organic-based Fertilisers. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 4, p. 503–509, 2003.

ANDA – ASSOCIAÇÃO DE NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Macro Indicadores. Disponível em: <http://anda.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 13 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. Decreto n° 4.954, de 14 de janeiro de 2004.

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 (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, 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 (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2014.

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

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/>.

SAVCI, S. Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment. **APCBEE Procedia**, Hong Kong, v.1, p.287-292, 2012.

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.