



NOTA TÉCNICA

Proposta de limites de metais pesados para pós de rochas silicáticas

Esta Nota Técnica é uma resposta à demanda da Câmara Temática de Agricultura Orgânica (CTAO), vinculada ao MAPA, de acordo com a reunião por videoconferência realizada no dia 31/03/2021.

Nesta reunião foi definida a instalação do GT Pós de Rocha para propor **limites de metais pesados para os pós de rochas silicáticas**, com a seguinte composição:

- ✓ especialista em agrominerais silicáticos, o pesquisador **Eder de Souza Martins** (Embrapa Cerrados);
- ✓ agrônomo e auditor fiscal federal agropecuário, coordenador do CFIC-MAPA, **Hideraldo José Coelho**;
- ✓ agrônomo e produtor rural, presidente do Instituto Brasil Orgânico, integrante da CTAO e ex-coordenador da COAGRE-MAPA, **Rogério Pereira Dias**;
- ✓ agrônomo e produtor rural, conselheiro do Instituto Brasil Orgânico e ex-presidente da CTAO, **José Pedro Santiago**, que coordena o GT Pós de Rocha.

Desta forma, o objetivo desta Nota Técnica é apresentar uma **proposta de limites de metais pesados** para os pós de rochas silicáticas para uso em sistemas de produção orgânica.

Introdução – Definição de Agrominerais Silicáticos

Os *agrominerais* são todas as fontes de origem mineral utilizadas para o manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas (). A **Tabela 1** apresenta a lista dos cinco principais tipos de agrominerais de acordo com classificação do ânion principal: cloreto, sulfato, carbonato, fosfato e silicato.



Tabela 1. Tipos de agrominerais existentes classificados em função do ânion principal.

Classe de ânion principal	Tipos de rochas	Cátions principais	Abundância na crosta (% área)	Solubilidade em água	
<i>Cloreto</i>	Cl^-	Depósito evaporíticos (sedimentar)	K	0,00	Muito alta
<i>Sulfato</i>	SO_4^{2-}	Depósitos evaporíticos (sedimentar)	Ca, Mg, (K)	0,00	Muito alta
<i>Carbonato</i>	CO_3^{2-}	Calcário (sedimentar) Carbonatito (ígnea) Mármore (metamórfica)	Ca, Mg, (K)	10,0	Baixa
<i>Fosfato</i>	PO_4^{3-}	Fosforito (sedimentar) Foscorito (ígnea)	Ca	0,00	Baixa
<i>Silicato</i>	SiO_4^{4-}	Sedimentar Ígnea Metamórfica	Ca, Mg, K	90,0	Muito baixa

Os *agrominerais silicáticos*, desta forma, são derivados de rochas silicáticas, classificados em *remineralizadores* ou *fertilizantes*. Os *remineralizadores* foram regulamentados pela Lei nº 12.890 de 10 de dezembro de 2013 (Brasil, 2013b), e as Instruções Normativas 5 e 6, de 10 de março de 2016 publicadas pelo MAPA (Brasil, 2016a, 2016b).

A Lei nº 12.890 (Brasil, 2013b) instituiu o conceito de **remineralizador** como: “o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo”. A regulamentação da Lei 12.890 foi realizada pela Instrução Normativa 5, onde foram definidos os critérios e garantias para registro, comercialização e fiscalização dos *remineralizadores* (Brasil, 2016a).

Ao mesmo tempo, outras fontes de composição silicática foram registradas no MAPA como *Produto Novo* (Brasil, 2013a). Estas fontes são consideradas *fertilizantes* fornecedores de nutrientes, como potássio, magnésio, cálcio e enxofre.

A **Figura 1** mostra o conceito dos *agrominerais silicáticos*, nas categorias de *fertilizante* e de *remineralizador*.

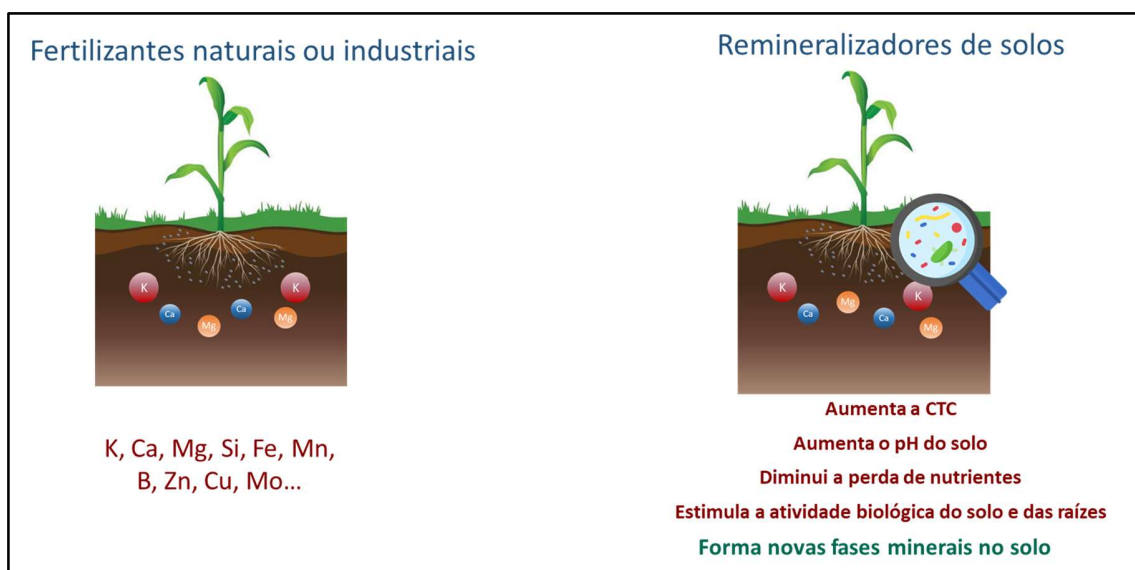


Figura 1 – Categorias de fertilizantes e remineralizadores derivados de rochas silicáticas. Os remineralizadores são os únicos insumos que formam novas fases minerais funcionais no solo (Martins et al., 2014).

Os critérios mínimos para a registro dos remineralizadores conforme a IN 5/2016 (Brasil, 2016a), são os seguintes:

- ✓ apenas processo de cominuição (diminuição do tamanho de partículas);
- ✓ soma de bases totais ($K_2O + CaO + MgO$) – mínimo de 9%;
- ✓ K_2O total – mínimo de 1%;
- ✓ limites máximos ($mg\ kg^{-1}$) de ($As < 15$; $Cd < 10$; $Hg < 0,1$; $Pb < 200$);
- ✓ sílica livre (quartzo) < 25%;
- ✓ pH de abrasão conforme declaração do produtor do remineralizador;
- ✓ comprovação de eficiência agrônômica;
- ✓ granulometria farelado, pó ou filler.

A **Figura 2** apresenta um fluxograma indicando estes critérios mínimos para registro de remineralizadores. Deve-se realçar que um dos pressupostos dos remineralizadores **é o processo de beneficiamento apenas por cominuição**, que constitui processos apenas físicos de diminuição de tamanho de partículas. Ou seja, não são permitidos processos químicos, térmicos ou biológicos para a produção de remineralizadores.

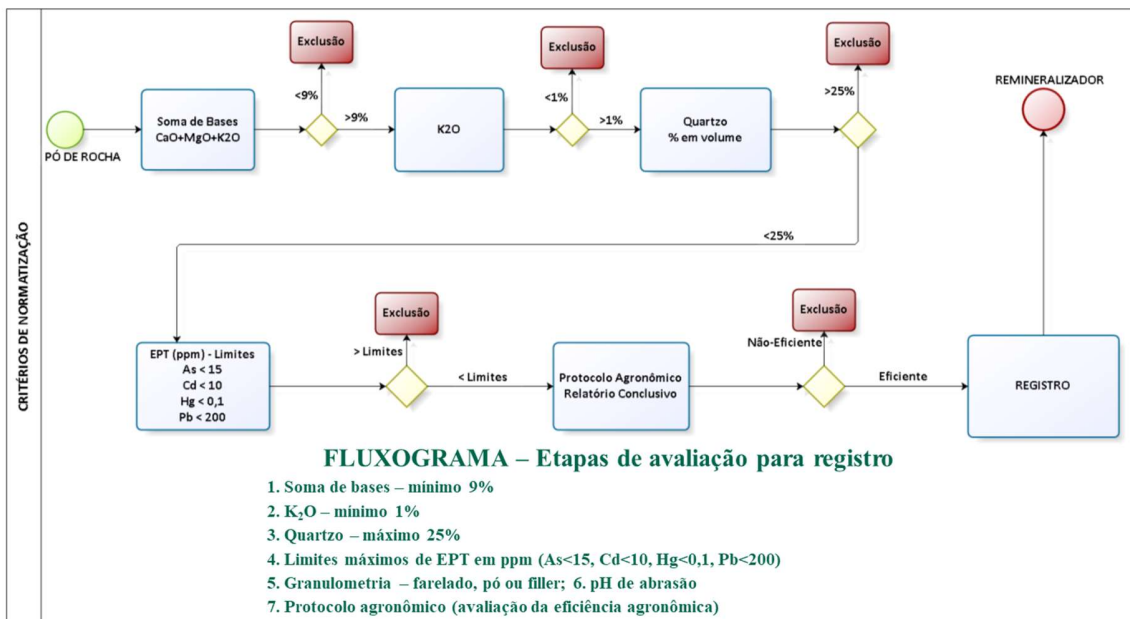


Figura 2 – Fluxograma mostrando os critérios mínimos para registro de remineralizadores. Além dos critérios mínimos, os produtores de remineralizadores precisam declarar o pH de abrasão e a granulometria, dentre os tipos farelado, pó ou filler (Brasil, 2016a).

Os agrominerais silicáticos que são considerados fertilizantes, por outro lado, permitem todos os tipos de processos de beneficiamento. Por enquanto, os fertilizantes derivados de rochas silicáticas e que não passam por processos químicos de transformação, são registrados no MAPA na categoria de Produto Novo, ou seja, aqueles insumos que não estão ainda previstos em outras categorias (Brasil, 2013a).

A **Tabela 2** apresenta a lista de remineralizadores e de fertilizantes derivados de rochas silicáticas, devidamente registrados no MAPA (Brasil, 2018).

Composição dos Agrominerais Silicáticos

Os agrominerais silicáticos podem apresentar as seguintes composições químicas:

- ✓ **magnesiano** – rochas ultramáficas (dunito, piroxenito, serpentinito);
- ✓ **cálcio-magnesiano** – rochas básicas (basalto, diabásio, anfíbolito, granulito);
- ✓ **cálcico** – rochas calcissilicáticas (calcixistos, anortositos, gnaisses cálcicos);
- ✓ **potássico** – rochas metamórficas, sedimentares, alcalinas (biotita xisto, gnaisses, silito glauconítico, fonolito, sienito);
- ✓ **cálcio-magnésio-potássico** – rochas ultramáficas alcalinas (kamafugitos, olivina melilito).



Geralmente estes tipos de rochas apresentam soma de bases acima de 9%, mas nem sempre apresentam teores mínimos de 1% de K_2O , em especial os tipos magnesianos e os cálcicos, mas também alguns cálcio-magnesianos. Outras rochas que apresentam limitação como remineralizadores são aquelas que apresentam proporções de quartzo (sílica livre) acima de 25%, especialmente algumas rochas do tipo potássico (xistos e gnaisses).

No entanto, rochas ricas silicáticas em magnésio, como dunitos e serpentinitos, podem ser matérias primas para a produção de fertilizantes simples fornecedores de magnésio. Da mesma forma, rochas ricas em cálcio, magnésio e enxofre, como algumas rochas que são formadas por intercalações de folhelhos e carbonatos, também podem ser matérias primas para a produção de fertilizantes simples fornecedores de cálcio, magnésio e enxofre. No mesmo sentido, outras rochas silicáticas com teores elevados de potássio, geralmente entre 7 e 15% de K_2O , com mineralogia e processo de produção adequados, podem constituir fertilizantes simples fornecedores de potássio.

As principais diferenças existentes entre estes tipos de rochas em relação aos elementos traços é a presença em maior proporção de níquel e cromo em rochas ultramáficas (dunitos e serpentinitos). No entanto, o níquel destas rochas é considerado como nutriente para as plantas (Bossolani et al., 2021; Crusciol et al., 2019; Moretti et al., 2019, 2020), enquanto que o cromo está no estado de oxidação III na forma de óxidos muito estáveis. Não se tem notícia de geração de cromo no estado de oxidação VI a partir destes insumos em solos agrícolas, mas apenas em condições ambientais muito drásticas e fora dos ambientes de produção agrícola (Garnier et al., 2013).

Conceituação de Agrominerais Silicáticos para uso em Sistemas Orgânicos

A sugestão desta Nota Técnica é considerar todos os produtos registrados no MAPA como remineralizadores e fertilizantes derivados de rochas silicáticas que passaram apenas por processos de cominuição como aptos para serem utilizados em sistemas de produção orgânica. Os limites para os elementos traços potencialmente tóxicos são os considerados na Instrução Normativa 5/2016 (Brasil, 2016a). Desta forma, os limites máximos para os insumos seriam os seguintes, em $mg\ kg^{-1}$: arsênio <15; cádmio <10; mercúrio <0,1; chumbo <200.



Tabela 2. Remineralizadores e fertilizantes derivados de rochas silicáticas registrados no MAPA.

UF	Município	Razão Social	Atividade	Site internet	Classificação	Rocha	Nome comercial	Soma de bases	K ₂ O	Sílica livre
BA	Salvador	Civil Industrial e Comercial Ltda.	Produtor	http://civil.com.br/civil-mineracao/	Remineralizador	Granulito	RMS-C01	9,9	3,9	17
GO	Aparecida de Goiânia	Pedreira Araguaia Ltda.	Produtor	http://tratto.agr.br/fmx/	Remineralizador	Mica xisto	FMX	9,5	3,2	20
GO	Luziania	Mistel Miineração Santa Terezinha Ltda - EPP	Produtor	https://www.remax-agricola.com/	Remineralizador	Xisto Carbonático	REMAX	23	2,7	20
MG	Carmo do Paranaíba	Triunfo Mineração do Brasil Ltda.	Produtor	https://www.kpfertil.net.br/	Remineralizador	ka mafugito	KP-Fétil	13	4	8
MG	Muzambinho	Britamil - Brita, concreto e serviços de engenharia Ltda.	Produtor	https://www.britamil.com.br	Remineralizador	Anfibólio		12,5	2	10
MG	Nova Lima	Pedras Congonhas Extração arte Industria Ltda.	Produtor	http://pedrascongonhas.com.br/	Remineralizador	Serpentinito + fonolito		35	1	0
MG	São Gotardo	Verde fertilizante Ltda.	Produtor	https://verde.ag/	Remineralizador	Siltito glauconítico	K-Forte	13	10	13
MG	Poços de Caldas	Mineração Curimbaba Ltda.	Produtor	http://www.yoorin.com.br/pt/produtos/ekosil/	Remineralizador	Fonolito	Ekosil	10	8	0
MG	Poços de Caldas	Mineração Curimbaba Ltda.	Produtor	http://www.yoorin.com.br/pt/produtos/potasil/	Remineralizador	Sienito	Potasil	12	12	0
MS	Dourados	Mineração Tozzi Junqueira	Produtor	https://www.pedreiraesteio.com.br	Remineralizador	Basalto		12,65	1,83	5
PR	Ibiporã	Pedreira Ica Ltda.	Produtor	https://pedreiraica.com.br	Remineralizador	Basalto	Pó de rocha ICA	12	1	0
PR	Palotina	Minerpal Comércio de Mat. de Pavimentação Eireli Ekosolos Industria	Produtor		Remineralizador	Basalto	Renutra	13	1,01	0
PR	Paula Freitas	Remineralizadora de Solos Ltda.	Produtor	http://mineralleagro.com.br/	Remineralizador	Microgabro + dacito	Mineralle Agro	14	1,4	10
PR	Pien	BK Mineração Ltda.	Produtor	http://bkmineracao.com.br/	Remineralizador	Serpentinito + filito	Silmag	26	1,2	15
SP	Lencois Paulista	Pedreira Diabásio Ltda.	Produtor	https://reminer.com.br/reminerizador/	Remineralizador	Diabásio	Reminer GS3	14	1,4	0
SP	Piraju	Pedreira Piraju Ltda.	Produtor	https://reminer.com.br/reminerizador/	Remineralizador	Dacito	Remine K+	9	3,5	18
GO	Aparecida de Goiânia	Briteng Britagem e Construções Ltda.	Gerador de mat. Sec.	http://www.pedreirabriteng.com.br/	Material Secundário	Mica xisto	Pó de mica xisto	9,6	3,3	26
SP	Limeira	Abilio Pedro Ind. E Com. Ltda	Gerador de mat. Sec.	http://www.calciocruzeiro.com.br/index.html	Material Secundário	Basalto	Pó de basalto	16,6	1,2	0
GO	Abadiania	Pedreira Goiás Ltda.	Gerador de mat. Sec.	https://pedreiragoias.com/	Material Secundário	Mica xisto	Pó de micaxisto	8,9	4	25
TO	Peixe	CBM Mineração Ltda	Gerador de mat. Sec.	https://www.solutudo.com.br/empresas/to/peixe/extracao-e-refino-de-minerais-nao-metalicos-fabricacao-de-produtos/cbm-mineracao-15929161	Material Secundário	Gnaisse	Pó de gnaisse	5,8	4,6	37
MG	Pratápolis	CMAG Fertilizantes	Produtor	https://cmagfert.com.br/	Fertilizante (Mg)	Dunito	Dunito	40	0	0
SP	Tietê	Calcário Diamante	Produtor	https://calcirodiamante.com.br/produtos/	Fertilizante (Ca, Mg, S)	Folhelho carbonoso + calcário	Dianutri	23,8	0	0



Conclusão

Conclui-se que a melhor indicação para a inclusão na Portaria 52 é considerar os limites dos metais pesados nos insumos derivados de pós de rochas silicáticas, devidamente registrados no MAPA, conforme o estabelecido pela Instrução Normativa 5/2016 (Brasil, 2016a).

Referências Citadas

- Bossolani, J. W., Moretti, L. G., Portugal, J. R., Rossi, R., & Crusciol, C. A. C. (2021). Thermomagnesium: A By-Product of Ni Ore Mining as a Clean Fertilizer Source for Maize. *Agronomy*, 11(3), 525. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030525>
- Brasil. (2013a). *Instrução Normativa No 53, de 24 de outubro de 2013*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Gabinete da Ministra. <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1684581244>
- Brasil. (2013b). *Lei No 12.890, de 10 de dezembro de 2013, que altera a Lei No 6.894 de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura*. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm
- Brasil. (2016a). *Instrução Normativa No 5, de 10 de março de 2016*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Gabinete da Ministra. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-5-de-10-3-16-remineralizadores-e-substratos-para-plantas.pdf>
- Brasil. (2016b). *Instrução Normativa No 6, de 10 de março de 2016*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Gabinete da Ministra. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21393222/do1-2016-03-14-instrucao-normativa-n-6-de-10-de-marco-de-2016-21393092
- Brasil. (2018). *Instrução Normativa No 38, de 1o de outubro de 2018*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Gabinete do Ministro. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024
- Crusciol, C. A. C., Moretti, L. G., Bossolani, J. W., Moreira, A., Micheri, P. H., & Rossi, R. (2019). Can Dunite Promote Physiological Changes, Magnesium Nutrition and Increased Corn Grain Yield? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(18), 2343–2353. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1659304>
- Garnier, J., Quantin, C., Guimarães, E. M., Vantelon, D., Montargès-Pelletier, E., & Becquer, T. (2013). Cr(VI) genesis and dynamics in Ferralsols developed from ultramafic rocks: The case of



Niquelândia, Brazil. *Geoderma*, 193–194, 256–264.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.08.031>

Martins, E. de S., Silveira, C. A. P., Bamberg, A. L., Martinazzo, R., Bergmann, M., & Angélica, R. S. (2014). Silicate agrominerals as nutrient sources and as soil conditioners for tropical agriculture. In International Scientific Centre of Fertilizers (Ed.), *WORLD FERTILIZER CONGRESS OF CIEC, 16. Technological innovation for a sustainable tropical agriculture: proceedings*. In: WORLD FERTILIZER CONGRESS OF CIEC, 16., 2014, Rio de Janeiro

Moretti, L. G., Bossolani, J. W., Crusciol, C. A. C., Moreira, A., Micheri, P. H., Rossi, R., & Imaizumi, C. (2019). Dunite in Agriculture: Physiological Changes, Nutritional Status and Soybean Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(14), 1775–1784.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1635143>

Moretti, L. G., Crusciol, C. A. C., Bossolani, J. W., Rossi, R., & Moreira, A. (2020). Agricultural repurposing of nickel slag residue. *Journal of Plant Nutrition*, 1–10.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1845385>