

# SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

HÁ MAIS DE 50 ANOS **GERANDO**  
E **DISSEMINANDO** O CONHECIMENTO  
GEOCIENTÍFICO COM **EXCELÊNCIA**



SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO  
FEDERAL





# O uso de rochas como Remineralizadores de Solos

Magda Bergmann  
*Pesquisadora Geóloga*

III Fórum e Feira de Mineração de Agregados



## Remineralizador de solos

DECRETO Nº 8.384, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2014

Define remineralizador como:

*“material de **origem mineral** que tenha sofrido apenas **redução** e classificação de tamanho de partícula por **processos mecânicos** e que, aplicado ao solo, **altere os seus índices de fertilidade**, por meio da adição de macronutrientes e micronutrientes para as plantas, e promova a **melhoria de propriedades físicas, físico-químicas** ou da atividade biológica do solo”.*



SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL – CPRM

SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

## **Outros insumos a partir de rochas silicáticas**

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) já concedeu aproximadamente uma centena de autorizações para comercializar materiais secundários em diversos Estados da Federação, incluindo materiais provenientes de mineração e indústria minero-metalúrgica.

- **Material secundário\***: produtos que não atinjam os mínimos de garantia para obtenção de registro como remineralizador, oriundos de exploração mineral com outras finalidades.
- **Produto novo\* \*\***: produto cujas especificações técnicas não estejam contempladas nas disposições vigentes.
- **Fertilizantes simples**: é toda a substância mineral única (no caso, uma rocha) natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes das plantas<sup>3</sup>

\*Submetidos à comprovação de eficiência agronômica e atendendo ao disposto no **art. 15 do anexo ao Decreto 4.954/2004**.

\*\*Publicação de trabalho de pesquisa em revista científica.



## 2. Rochas com potencial para insumos agrícolas não convencionais

| Rocha / Mineral             | Nutrientes                  |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Gipsita                     | S, Ca                       |
| Basalto/Gabro               | Mg, Ca, Cu, Mn, Zn, Si      |
| Kamafugitos                 | K, Ca, Mg, P, Ni, Cr, Si    |
| Dacitos                     | K, Na, Si, Cu, Zn, Mo       |
| Rochas graníticas a biotita | K, Ca, Mg                   |
| Carbonatito                 | P, Ca, Mg (K)               |
| Fonolitos                   | K, Si, Na                   |
| Rochas ultrabásicas         | Mg, Ca, Si, Ni              |
| Serpentinito                | Si, Ca, Mg, Fe, Na, Ni, (K) |
| Biotita Xisto               | K, Ca, Mg, Na, Fe           |
| Flogopititos                | K, Ca, Mg, Ni, Fe           |
| Mármore/Calcário/ Dolomito  | Ca, Mg                      |
| Folhelho Carbonoso          | S, Ca, Mg, Mn, Cu, Fe, Zn   |
| Siltito Glauconítico        | K, Si, Mg e Mn              |

### 3. Geodiversidade do Brasil

Basaltos e dacitos do Grupo Serra Geral RS, SC, PR, SP, GO, MS, MG e B. Parnaíba-MA.

Faixas de metassedimentos com potencial para biotita xistos

Gabros e rochas metabásicas e ultrabásicas

Rochas sedimentares fonte de S, gipsita e folhelhos carbonosos

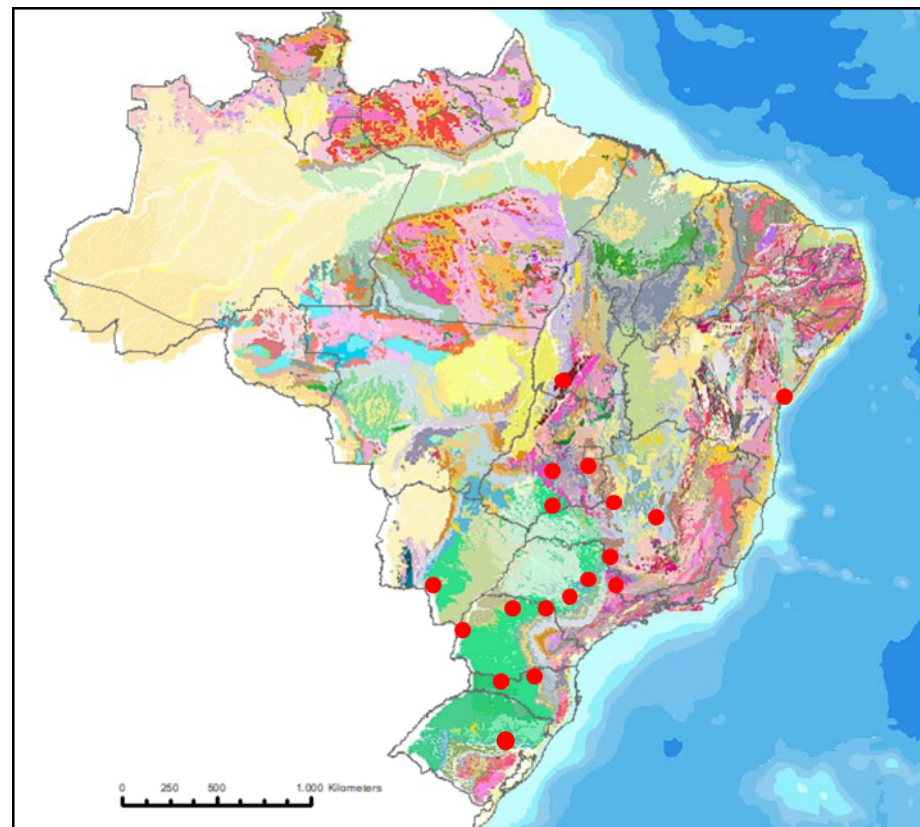
Rochas alcalinas

Fonolitos

Nefelina sienitos

Kamafugitos

Alcalinas máficas





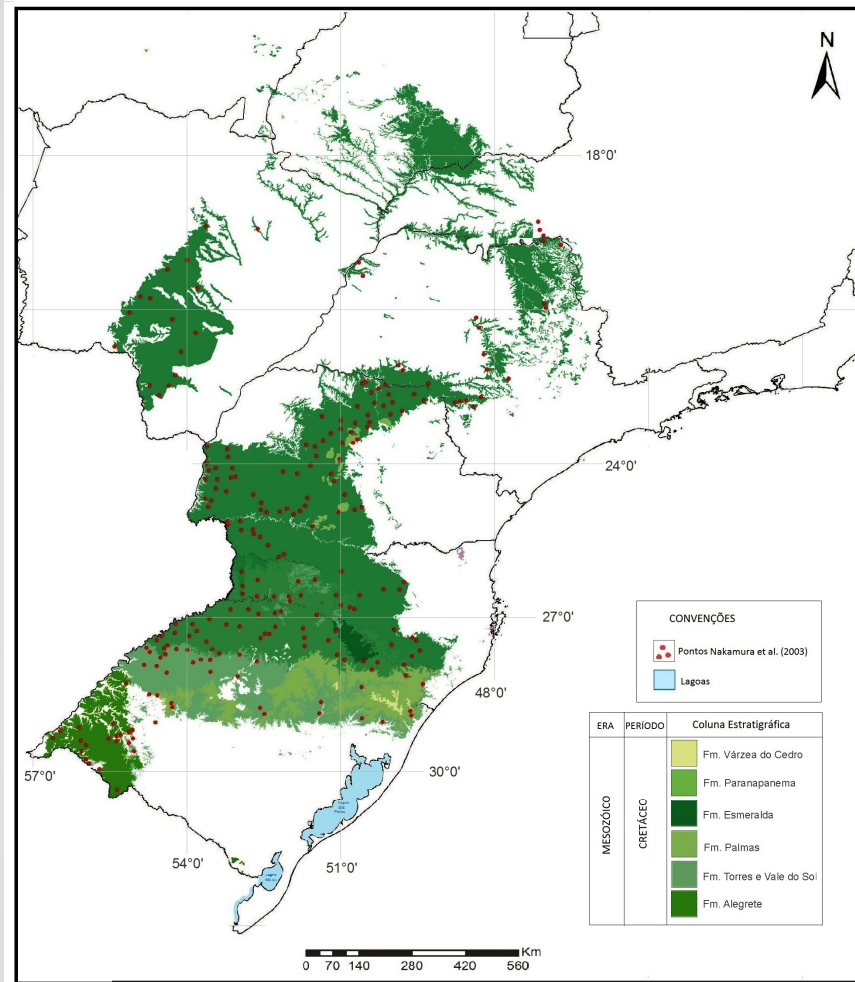
### **3.1 Basaltos do Grupo Serra Geral**

Fontes de Ca, Mg, Si, Fe, Mn (Cu, Zn)

- Dois basaltos e dois dacitos registrados no MAPA
- Consórcio de empresas de mineração, definindo um produto regional como o “Basalto de Uberlândia”
- Agilização de registro no MAPA para produtos a partir de rochas de um mesmo derrame
- Rocha desprovida de quartzo (sílica livre): menor desgaste de britadores e moinhos
- Possibilidade de misturas (agregar Mg e Ca a rochas ricas em K, diluir teor de quartzo)

# Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná

## Minerais Basaltos e dacitos



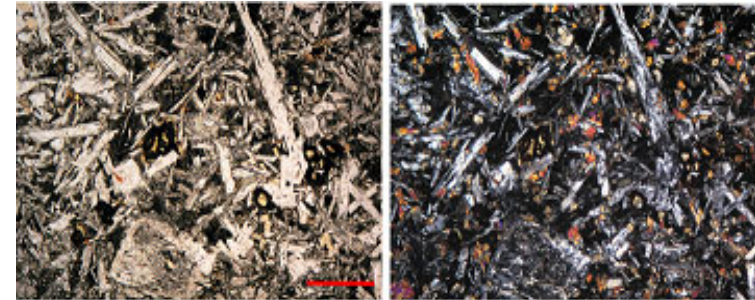
## **Basaltos** (andesitos basálticos, andesitos):

Fontes de **Ca, Mg, Si, Mn, Fe, Cu, Zn**

Rochas ricas em minerais capazes de implementar a CTC dos solos

(zeolitas e argilominerais esmectitas e montmorilonitas)

**Rochas quase sem quartzo**



**LN** 0,5 mm

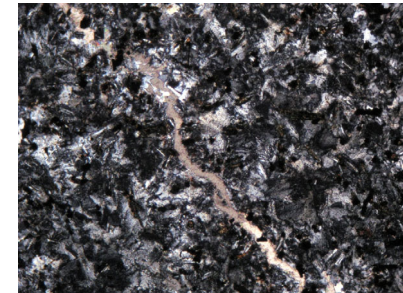
**LP**

## **Dacitos**

Fontes de **K, Ca, Si, Fe**

SB<9%

(teor de quartzo?)



**LP**

Avaliação do potencial agromineral do Brasil, Grupo Serra Geral da bacia do Paraná no Rio Grande do Sul: estado do Rio Grande do Sul Série Insumos Minerais para Agricultura nº 26, CPRM, 2021.

<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22373>





**Pedreira Ecobrix – Consórcio Basalto de Uberlândia**





## Oportunidades de mercado na produção de areia de brita



Pedreira e Concretos Caxiense Ltda, Caxias do Sul-RS



VSI: Vertical Shaft Impact Crusher

Com emprego de moinho VSI ou lavagem/peneiramento de brita

### 3.2 Micaxistos a biotita do Grupo Araxá: Minas Gerais e Goiás







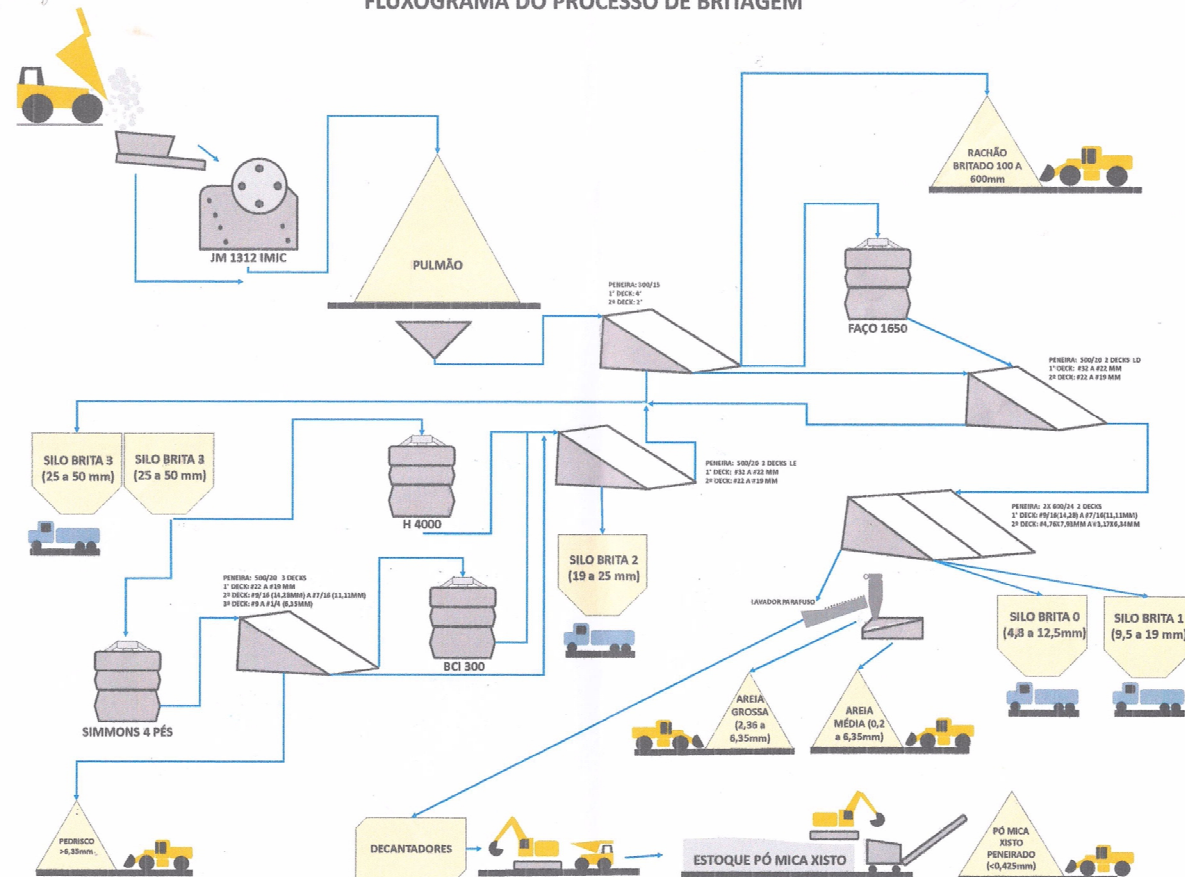
Direcionamento de águas de lavagem de pilhas de brita (2018)

## Pedreira Araguaia Grupo Actual



2021: Obtenção de finos de britagem através da lavagem de areia de brita

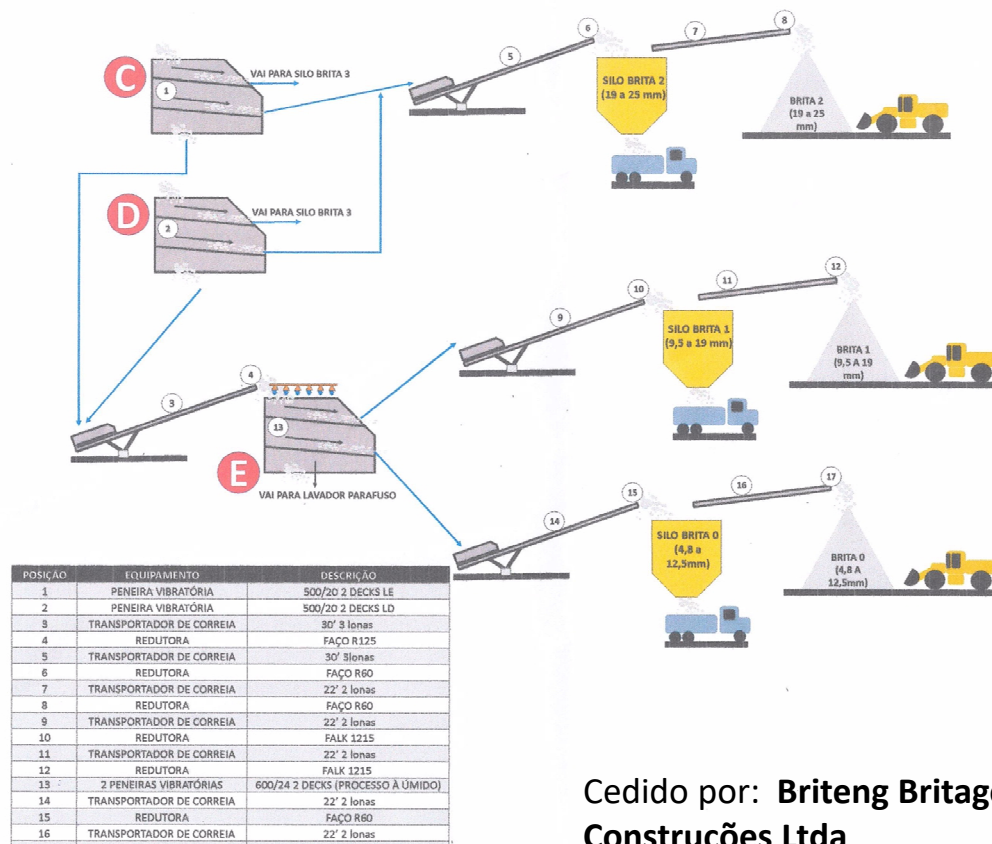
## FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE BRITAGEM



Cedido por: **Briteng Britagem e Construções Ltda**

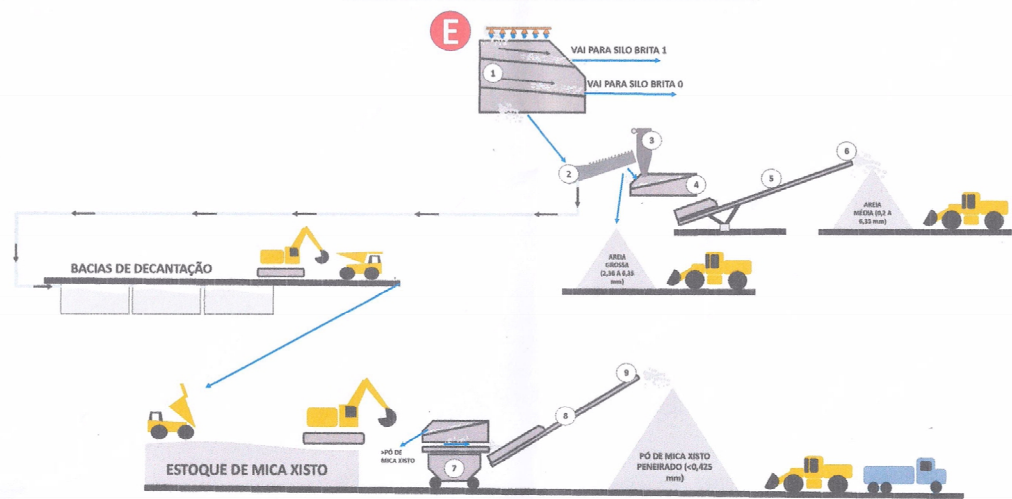


## PENEIRAMENTO BRITAS 0, 1 E 2



Cedido por: **Briteng Britagem e Construções Ltda**

PENEIRAMENTO AREIA E PÓ DE MICA XISTO



| POSIÇÃO | EQUIPAMENTO              | DESCRIÇÃO                         |
|---------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1       | 2 PENEIRAS VIBRATÓRIAS   | 600/24 2 DECKS (PROCESSO À ÚMIDO) |
| 2       | 2 LAVADORES PARAFUSO     | FABRICAÇÃO PRÓPRIA                |
| 3       | HIDROCICLONE             | WEIR HC2114                       |
| 4       | PENEIRA VIBRATÓRIA       | IMIC 300/120                      |
| 5       | TRANSPORTADOR DE CORREIA | 22' 2 LONAS                       |
| 6       | REDUTORA                 | FAÇO R60                          |
| 7       | PENEIRA MÓVEL            | FABRICAÇÃO PRÓPRIA                |
| 8       | TRANSPORTADOR DE CORREIA | 22' 2 LONAS                       |
| 9       | REDUTORA                 | FAÇO R60                          |

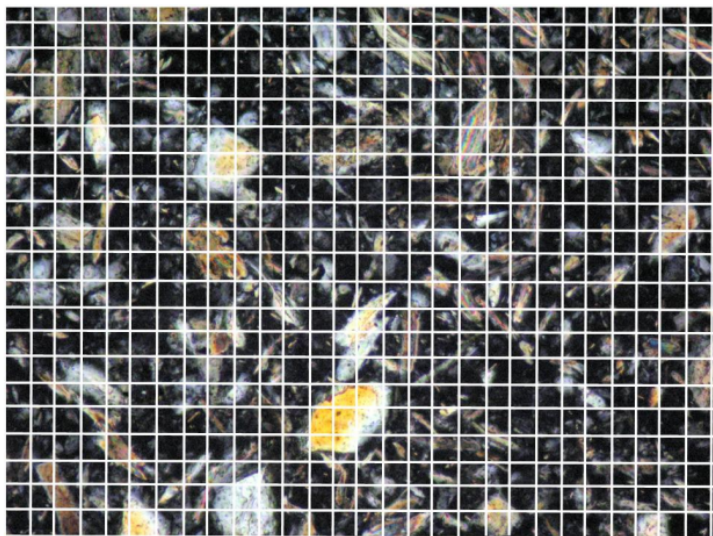
Cedido por: Briteng Britagem e Construções Ltda





Classificação a seco por peneira vibratória. Lavra Briteng, Bela Vista de Goiás.

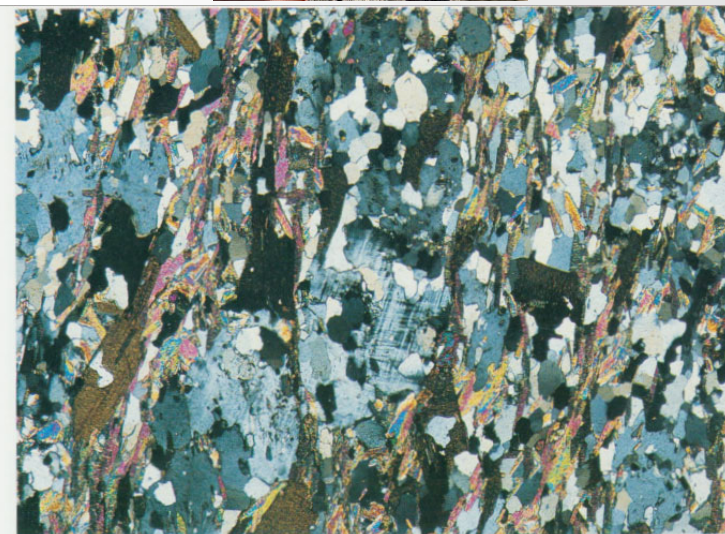
**Amostra 1:**  
68,3% biotita;  
31,7% de quartzo



Aumento 80 X Petrografia Modal pó de rocha/Andréa Sander

Acompanhar resultados de cominuição e técnicas de peneiramento com dados de mineralogia, MEV, morfologia de clastos

Participação do CETEM, Universidades, SGB-CPRM



#### 4. Identificação de gargalos:

- Moinho VSI: Custo R\$ 2 Mi + implantação
- Para agregar produção de 10.000 t/mês de finos de britagem (produto/subproduto/coproduto)

## Ajuste tecnológico

- Peneira de alta frequência: Ganhos ambientais e econômicos (transporte, secagem)

## Classificação de finos a seco

Operação em baixa amplitude e baixa frequência, mantendo o material na tela e otimizando a passagem dos finos, controle da emissão de poeiras

**Teores K<sub>2</sub>O 3,0-3,4%**

**Preços R\$ 40,00-60,00/t\*** (O mais caro é um material secundário)

### Rochas com 10% de $K_2O$

**Preços de comercialização FOB R\$200,00 a 290,00/t FOB**

## Formas de comercialização com valor agregado

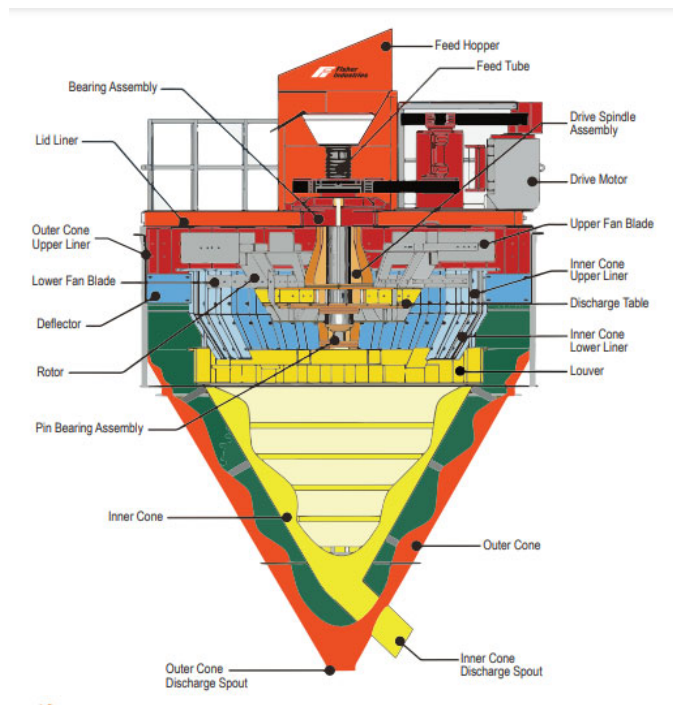
- Bags, sacolas de 25 kg, mercado jardinagem

\* Preços FOB outubro/2021 região central de Goiás





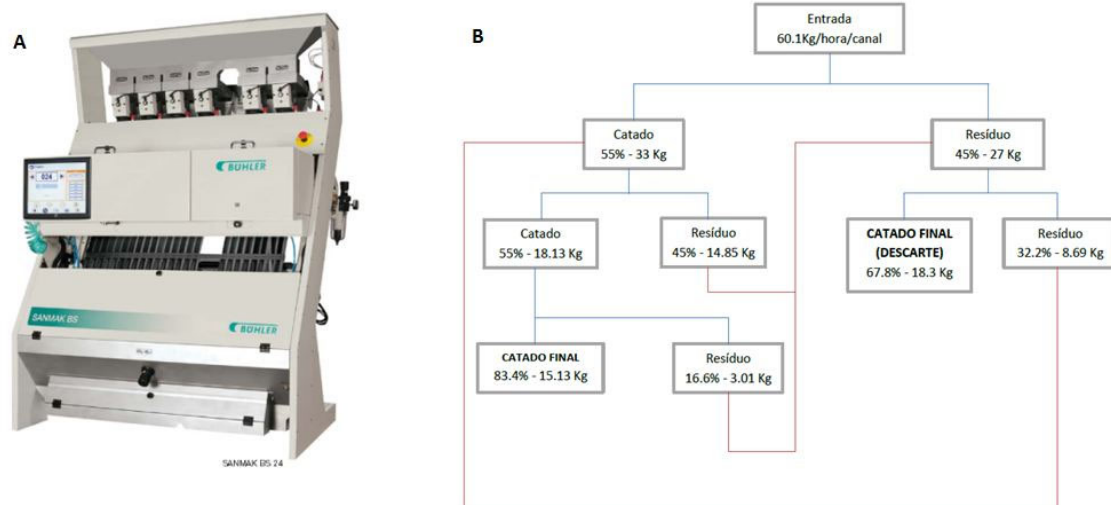
Processo de elutriação (separação de materiais leves de pesados por corrente de ar)



Seleção frações → Büller, Joinville/SC

Seleção nas frações mesocrática e leucocrática

✓ **Granulometria usada na seleção foi < 6mm**



**Figure 5- A-** Equipamento seletor monocromático SANMAK BS 24; **B-** Fluxograma do processo de seleção.



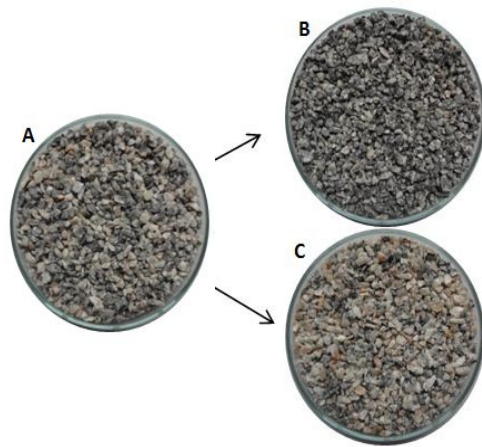
**Embrapa**  
Clima Temperado

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

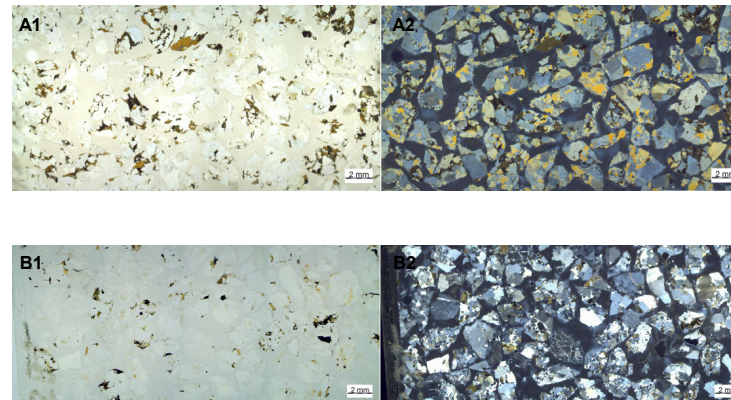
# Resultados

Monzogranito da Pedreira Silveira-Pelotas- RS

Petrografia e mineralogia → CPRM, Porto Alegre



**Figura 6-** Separação por cor de amostras do rejeito da Pedreira Silveira. **A-** Fração entrada (FrE). **B-** Catado (FrM). **C-** Resíduo (FrL).



**Figura 7-** Lâminas delgadas frações. **A-** Mesocrática. **B-** Leucocrática. 1- LPNA. 2- LPA. aumento de 7,5 x.



**Embrapa**  
Clima Temperado

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





Pedreira Embu, unidade Itapeti, Mogi das Cruzes



Biotita obtida por **separação magnética** em via úmida. Quartzo e feldspato, são matérias primas para louca sanitária e porcelanato. A Biotita, vai para a agricultura. 100% de aproveitamento dos produtos gerados na pedreira.

## 6. Considerações finais

- Importância de linhas de financiamento que subsidiem o acesso dos agricultores a diversas categorias de agrominerais silicáticos (remineralizadores, fertilizantes simples, subprodutos e produtos novos).
- Trabalhos de esclarecimento e incentivo dentro do cenário de mineração ao aproveitamento de descartes de mineração, principalmente junto à cadeia de agregados para construção civil.
- Importância do estudo pelo MAPA de novas modalidade de fertilizantes do tipo rochas silicáticas, incluindo materiais como pastas de mineração
- Oportunidade para estabelecer uma conexão de apoio técnicos do SGB-CPRM ao MAPA em questões relativas a esta nova rota tecnológica. O SGB dispõe de técnicos capacitados nas diversas regiões o Brasil, que podem contribuir em questões pontuais como visita à lavras e parecer geológico quanto a rochas e minerais em ambiente de lavra.

## Usos possíveis dos basaltos e outras rochas silicáticas em agropecuária: Consórcio com bioinsumos / Ciclo das cadeias emergentes em fertilizantes

| Material          | N % | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % | K <sub>2</sub> O % | CaO % |
|-------------------|-----|---------------------------------|--------------------|-------|
| Cama de frango    | 3,8 | 4,0                             | 3,5                | 4,5   |
| Cama de poedeiras | 1,6 | 4,8                             | 1,9                | 4,4   |
| Esterco suíno     | 1,5 | 2,6                             | 1,8                | 3,6   |
| Esterco bovino    | 1,5 | 1,4                             | 1,5                | 0,8   |
|                   |     |                                 |                    |       |

1 kg carne de frango  
demanda 3 kg de ração

Aviário de Bastos-SP  
800.000 aves  
40-45 dias

8 lotes/ano  
38,4.10<sup>3</sup>t de cama de  
frango/ano



SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL - CPRM

SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



# OBRIGADA!

**Magda Bergmann**  
Pesquisadora em Geociências  
SUREG PA

**[remineralizadores@cprm.gov.br](mailto:remineralizadores@cprm.gov.br)**



SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO  
FEDERAL