



Audiência Pública – Senado Federal 28.04.22

Remineralizadores no Manejo e Uso de SolosTropicais

Sebastião Pedro S. Neto, Eng. Agrônomo PhD, Embrapa Cerrados
<sebastiao.pedro@embrapa.br>

- ✓ **Histórico da Pesquisa: Laboratório, Estufa e Campo**
- ✓ **Aumento da CTC e da CRA**
- ✓ **Aumento da Eficiência de Uso de Nutrientes**
- ✓ **Aumento da Atividade Biológica**
- ✓ **Mitigação de Gases de Efeito Estufa**
- ✓ **Adoção dos Remineralizadores**



Etapas da Pesquisa sobre Remineralizadores no Brasil

- **Projeto Induzido CNPq (1999-2002)** – Embrapa Cerrados/UnB, Estudo de carbonatito e identificação de mineral (flogopita) como fonte alternativa de potássio
- **Projetos Fundos Setoriais (2002-2012)** – Quatro projetos caracterização de fontes alternativas de K
- **2007-2010 – MP2 0205010700 – Rochas brasileiras como fontes de K – laboratório**
- **2011-2014 – MP2 0211010200 – Estratégias regionais – casa de vegetação**
- **2014-2018 – MP2 0214010200 – Agrominerais silicáticos – casa de vegetação e campo**



Tipos de Agrominerais

Classe de ânion		Tipo de rochas*	Cations principais	Cobertura da crosta (% área) ¹⁰	Solubilidade em água
Cloreto	Cl ⁻¹	Depósitos evaporíticos (sedimentar)	K ⁺	0,0	Muito alta
Sulfato	SO ₄ ²⁻	Depósitos evaporíticos (sedimentar) ⁴	Ca ²⁺ (Mg ²⁺ , K ⁺)	0,0	Muito alta
Carbonato	CO ₃ ²⁻	Calcário (sedimentar) ¹ Carbonatito (ígneo) ² Mármore (metamórfico) ³	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	10,0	Baixa
Fosfato	PO ₄ ³⁻	Fosforito (sedimentar) ⁵ Foscorito (ígneo) ⁶	Ca ²⁺	0,0	Baixa
 Silicato	SiO ₄ ⁴⁻	Sedimentar ⁷ Ígneo ⁸ Metamórfico ⁹	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺	90,0	Muito baixa

*Exemplos de pesquisa com agrominerais *in natura*: ¹Sousa et al. (1989); ²Andrade et al. (2002); ³Raymundo et al. (2013); ⁴Freire et al. (2014); ⁵Chaves et al. (2013); ⁶Resende et al. (2006); ⁷Lopes (1971); ⁸Mancuso et al. (2014); ⁹Duarte et al. (2012).

¹⁰Scoffin (1987).



Geoquímica de agrominerais potássicos – Cerrado

GRANULOMETRIA	NOME	SiO2%	Al2O3%	Fe2O3%	CaO%	MgO%	TiO2%	P2O5%	Na2O%	K2O%	MnO%	BaO%	LOI%
<2 mm	Biotita Xisto (Biotitito)	33,17	13,8	28,3	1,84	5,2	6,47	0,54	0,62	7,17	0,26	0,65	1,13
<2 mm	Riolito Baluare-MT	75,33	12,23	1,78	0,1	0,27	0,25	0,03	0,21	8,57	0,02	0,06	1,08
<2 mm	Sienito Ceraima-BA	53,83	17,57	6,96	3,11	2,09	0,83	0,66	0,65	13,43	0,08	0,53	0,87
<2 mm	Ugandito Acreuna-GO	45,2	12,07	12,9	10,17	6,18	3,6	0,8	1,74	3,76	0,22	0,27	2,93
<2 mm	Tefrifonolito Acreuna-GO	48,93	13,37	11,4	5,57	3,83	3,39	0,85	0,53	8,66	0,2	0,28	2,08
<2 mm	Sienito/Tefrito-GO	55,23	14,87	7,49	3,81	2,4	1,85	0,65	0,88	10,8	0,16	0,74	1,34
<2 mm	Sienito SANW-GO	61,37	16,23	3,11	2,07	0,93	0,25	0,44	1,17	12,8	0,11	1,21	0,38
<2 mm	Sienito Triunfo-PE	61,9	15,9	3,56	2,18	0,99	0,39	0,22	1,55	12,3	0,07	0,64	0,34
<2 mm	Riolito/Ugandito-MT	66,53	12,13	4,79	2,88	1,92	1,18	0,25	0,63	7,21	0,07	0,13	1,56
<2 mm	Tefrifonolito/Ugandito-GO	48,5	13,2	11,83	6,48	4,3	3,47	0,85	0,76	7,74	0,2	0,29	2,34
<2 mm	Sienito/Ugandito-GO	54,77	14,53	7,23	5,54	3,23	1,68	0,6	1,36	8,99	0,16	0,83	1,61
<2 mm	Sienito/Biotita Xisto	55,93	15,43	8,87	2,18	1,96	1,69	0,29	1,38	11,13	0,11	0,64	0,5
<0.15 mm	Sienito SANW-GO	61,12	16,65	2,48	1,52	0,63	0,24	0,46	1,01	13,48	0,09	1,59	0,71
<0.15 mm	Sienito Ceraima-BA	53,68	17,5	6,89	3,03	2,01	0,81	0,64	0,66	13,43	0,08	0,53	1,03
<0.15 mm	Riolito/Ugandito-MT	66,23	12,3	5,03	3,1	2,05	1,28	0,28	0,67	7,42	0,08	0,13	1,79
<0.15 mm	Tefrifonolito/Ugandito-GO	49	13,1	11,5	6,39	4,26	3,4	0,83	0,78	7,7	0,2	0,29	2,39
<0.15 mm	Sienito/Ugandito-GO	54,33	14,43	7,3	5,39	3,15	1,73	0,6	1,36	9,08	0,16	0,76	1,72
<0.15 mm	Sienito/Biotita Xisto	56,03	15,4	8,56	2,22	1,94	1,63	0,29	1,35	11,23	0,11	0,63	0,82
<0.15 mm	Sienito/Tefrito-GO	55,17	14,9	7,34	3,76	2,36	1,81	0,65	0,83	10,9	0,16	0,71	1,42
<0.15 mm	Hydrosienito-Ca/PE	54,1	15	1,39	10,9	0,42	0,09	0,19	0,75	12,1	0,03	0,82	4,61
<0.15 mm	Hydrosienito-Ca-Mg/PE	55,6	15,5	1,37	5,89	4,14	0,06	0,19	0,7	12,4	0,03	0,87	4,29
<0.15 mm	Hydrosienito-Ca/BA	43,7	13,9	5,36	14,4	1,7	0,77	0,53	0,41	10,6	0,06	0,37	6,8
<0.15 mm	Hydrosienito-Ca/MT	60,6	9,68	1,02	15,5	0,21	0,19	0,02	0,11	6,99	<0.01	0,03	7,24
<0.15 mm	Htdrosienito-Ca/GO	51,1	13,7	1,15	14,6	0,12	0,22	0,39	0,43	11,2	0,05	1,64	6,27



Geoquímica de agrominerais – Região Sul

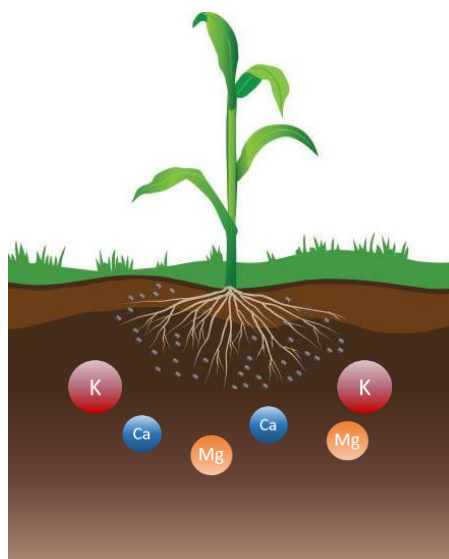
Nº da amostra	Fontes de nutrientes	Local de ocorrência	Teor de elementos maiores (óxidos)									
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃
			%									
1	Carbonatito Três Estradas	Lavras do Sul	2,8	0,3	4,6	3,9	46,7	0,1	0,03	3,95	0,25	0,005
2	Carbonatito Joca Tavares	Bagé	3,3	0,3	7,7	15,9	29,4	<0,01	<0,01	2,45	0,48	0,007
3	Basalto hidrotermalizado Rincão dos Francos	Bagé	41,7	13,1	11,1	0,2	11,5	0,2	8,53	0,94	0,06	0,047
4	Dacito Caxiense	Caxias do Sul	65,8	12,8	7,0	1,4	3,8	3,2	3,48	0,25	0,11	0,002
5	Dacito Pedreira Concesul	Tainhas	67,6	12,2	6,3	1,3	2,7	2,7	3,82	0,30	0,11	0,003
6	Fonolito afanítico	Piratini	54,7	21,5	2,6	0,1	1,6	9,2	6,48	0,02	0,18	0,042
7	Fonolito porfírico	Piratini	51,7	19,4	5,0	1,1	4,8	6,2	4,70	0,15	0,20	0,015
8	Granodiorito (Monzogranito)	Pelotas	70,3	13,2	4,2	1,0	2,4	2,9	4,33	0,15	0,07	0,002
9	Granada biotita gnaisse	Pântano Grande	54,5	19,2	10,5	3,2	0,7	1,1	7,59	0,05	0,05	0,042
10	Sienito Passo da Capela	Piratini	61,3	19,1	2,1	0,1	0,1	1,0	14,07	0,04	0,16	0,012
11	Sienito Piquiri	Cachoeira do Sul	61,1	14,1	4,8	2,7	3,3	3,5	7,41	0,57	0,09	0,042
12	Vidros ácidos F. Várzea do Cedro	Tainhas	65,9	12,4	6,2	1,3	3,4	3,0	3,42	0,23	0,10	0,002
13	Anomalia potássica - Vulcânica	Bagé	60,1	13,2	11,3	0,4	1,7	2,3	5,85	0,84	0,09	0,046
14	Andesito Lavra Ouro Preto	Santa Cruz do Sul	58,3	14,0	10,1	3,0	6,2	2,2	2,80	0,20	0,15	0,005
15	Basalto Pedreira Construbrás	Constantina	52,4	13,6	13,2	5,1	8,8	2,4	1,48	0,14	0,20	0,007
16	Basalto andesítico Mineração Andreas	Vera Cruz	53,5	14,2	10,7	6,9	8,2	2,0	1,39	0,15	0,16	0,05
17	Basalto afanítico Pedreira Carollo	Montenegro	53,5	12,3	15,0	3,1	7,2	3,0	1,65	0,25	0,22	0,003
18	Basalto escoriáceo	Santa Cruz do Sul	57,3	13,1	8,7	1,6	3,1	2,3	2,41	0,17	0,13	0,009
19	Basalto com zeolitas	Santa Cruz do Sul	57,7	13,6	6,2	0,8	4,6	2,0	1,66	0,14	0,04	0,005
20	Basalto zeolitizado	Santa Cruz do Sul	52,6	13,8	8,9	4,8	7,3	2,5	0,99	0,19	0,15	0,04
21	Basalto sill Bairro Fátima	Santa Cruz do Sul	54,0	14,7	10,7	5,8	8,3	2,0	1,61	0,13	0,16	0,039
22	Basalto lobos	Herveiras	48,2	14,9	10,8	7,2	10,5	1,9	0,92	0,19	0,17	0,038
23	Basalto (Brechas) Pedreira Capilheira	Santana do Livramento	54,4	14,9	10,8	4,6	8,1	2,1	1,90	0,19	0,16	0,032
24	Basalto a zeolita concentrada Saibreira	Itati	52,7	18,8	3,7	0,7	10,2	0,3	0,19	0,07	0,07	0,005
25	Basalto a zeolita Saibreira Municipal	Morro Reuter	50,7	14,0	10,6	3,9	8,0	1,7	1,23	0,22	0,14	0,009
26	Derrame superior aos lobos	Herveiras	55,7	12,9	13,9	3,0	6,4	2,5	2,32	0,21	0,20	0,002
27	Lobos Pedreira da prefeitura	Barra do Ouro	51,3	15,5	10,8	4,4	8,2	2,6	2,16	0,20	0,15	0,01
28	Saibro basáltico	Santa Cruz do Sul	50,7	13,7	10,6	3,8	6,4	2,5	1,12	0,19	0,16	0,014
29	Zeolitas lobo inferior	Santa Cruz do Sul	52,7	18,8	3,7	0,7	10,2	0,3	0,19	0,07	0,07	0,005
30	Zeolitas concentradas	Santa Cruz do Sul	57,3	15,1	0,7	0,3	7,9	1,2	0,15	0,02	0,01	0,002
31	Zeolita concentrada Saibreira Municipal	Morro Reuter	50,7	13,7	10,6	3,8	6,4	2,5	1,12	0,19	0,16	0,014
32	Zeolita Saibreira Municipal	Santa Cruz do Sul	57,7	13,6	6,2	0,8	4,6	2,0	1,66	0,14	0,04	0,005
33	Zeolitas BR 153/471	Santa Cruz do Sul/Herveiras	52,6	13,8	8,9	4,8	7,3	2,5	0,99	0,19	0,15	0,04
34	Zeolita pura Pedreira Ouro Preto	Santa Cruz do Sul	57,3	15,1	0,7	0,3	7,9	1,2	0,15	0,02	0,01	0,002
35	Zona central derrame basáltico afanítico	Picada Café	54,9	12,5	14,1	3,0	6,8	2,3	2,14	0,19	0,19	0,002



Agrominerais silicáticos

Matérias-primas derivadas de rochas silicáticas para produção de insumos minerais destinados ao manejo da fertilidade do solo (Martins et al., 2014).

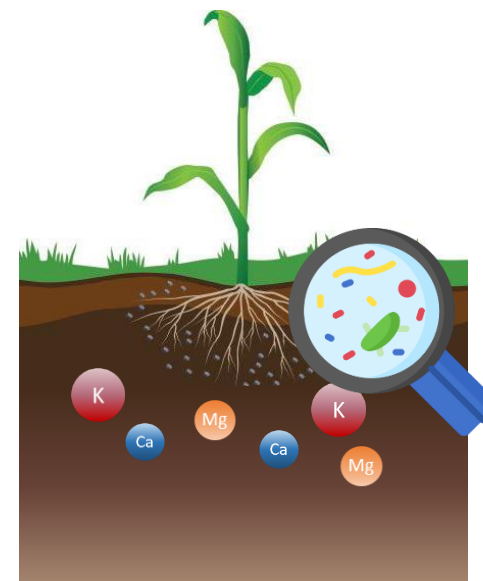
Fertilizantes naturais ou industriais



K, Ca, Mg, Si, Fe, Mn,
B, Zn, Cu, Mo...

Krahl (2020)

Remineralizadores de solos



Aumenta a CTC

Aumenta o pH do solo

Diminui a perda de nutrientes

Estimula a atividade biológica do solo e das raízes

Forma novas fases minerais no solo



Processo Agrogeológico

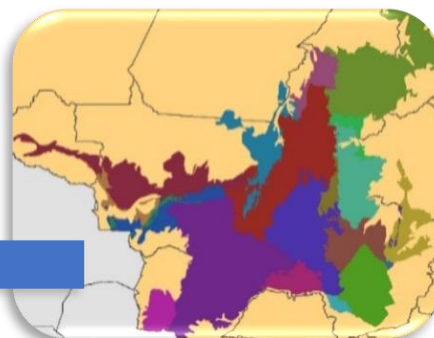
- 1. Agrogeologia:** Estudo dos solos agrícolas e das fontes de nutrientes, remineralizadores e condicionadores de solo regionais;
- 2. Seleção de agrominerais:** Função da disponibilidade, composição química, mineralógica, e eficiência agronômica;
- 3. Produção de agrominerais:** Definição da tecnologia de beneficiamento em função da eficiência agronômica;
- 4. Manejo:** Aplicação de agrominerais regionais com a finalidade de manejar a fertilidade do solo (nutrientes + cargas negativas).



3. Produção de agrominerais



2. Seleção de agrominerais



1. Agrogeologia



4. Manejo

Produção de Solo



Produção de solo: Formação de nova camada de solo a partir do intemperismo da rocha moída no solo original ao longo do tempo.

- **Propriedades emergentes** – aumento da capacidade produtiva; intensificação ecológica; melhoria da eficiência de aproveitamento de nutrientes; mitigação do efeito estufa...

Remineralização de solos

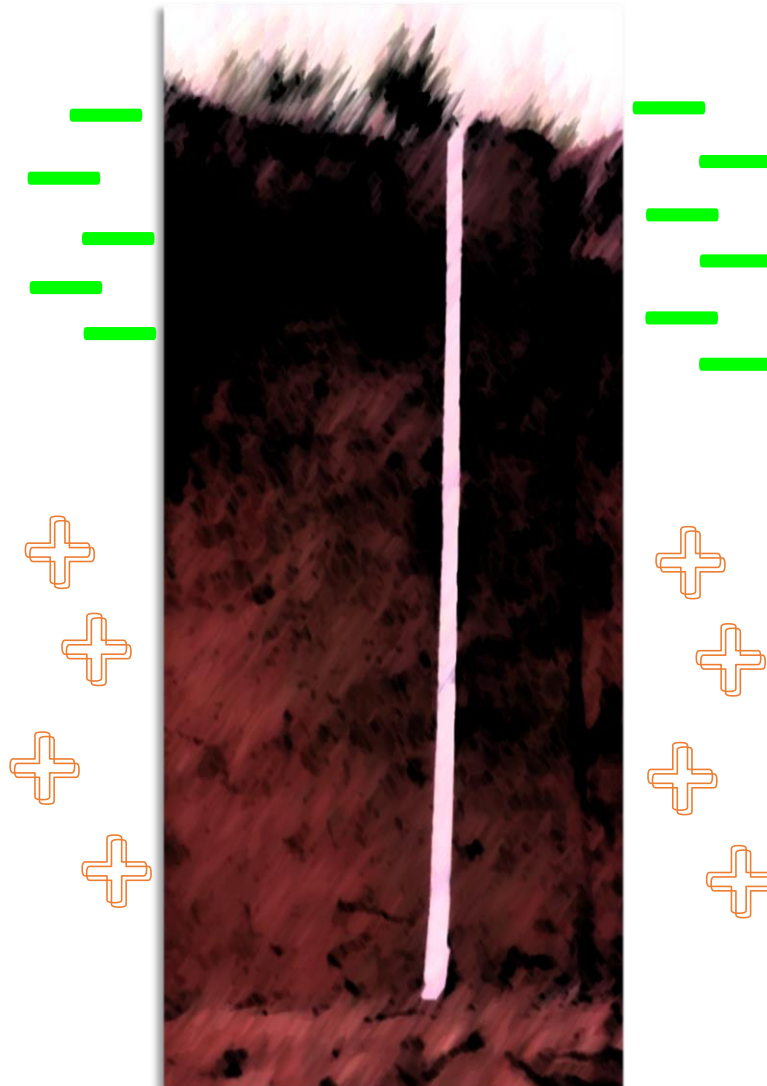
Formação de camada superficial

Alta capacidade de troca
de cátions (CTC)
Estabilização MO
Estrutura solo
Elevada atividade BIO

Alta capacidade de troca
de ânions (CTA)

Cations: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+

Anions: SiO_4^{-4} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , NO_4^-



Processo de remineralização de solos



Moagem antrópica

Explosão e britagem



Transporte antrópico

Rodoviário e ferroviário



Deposição antrópica

A lança mecanizada

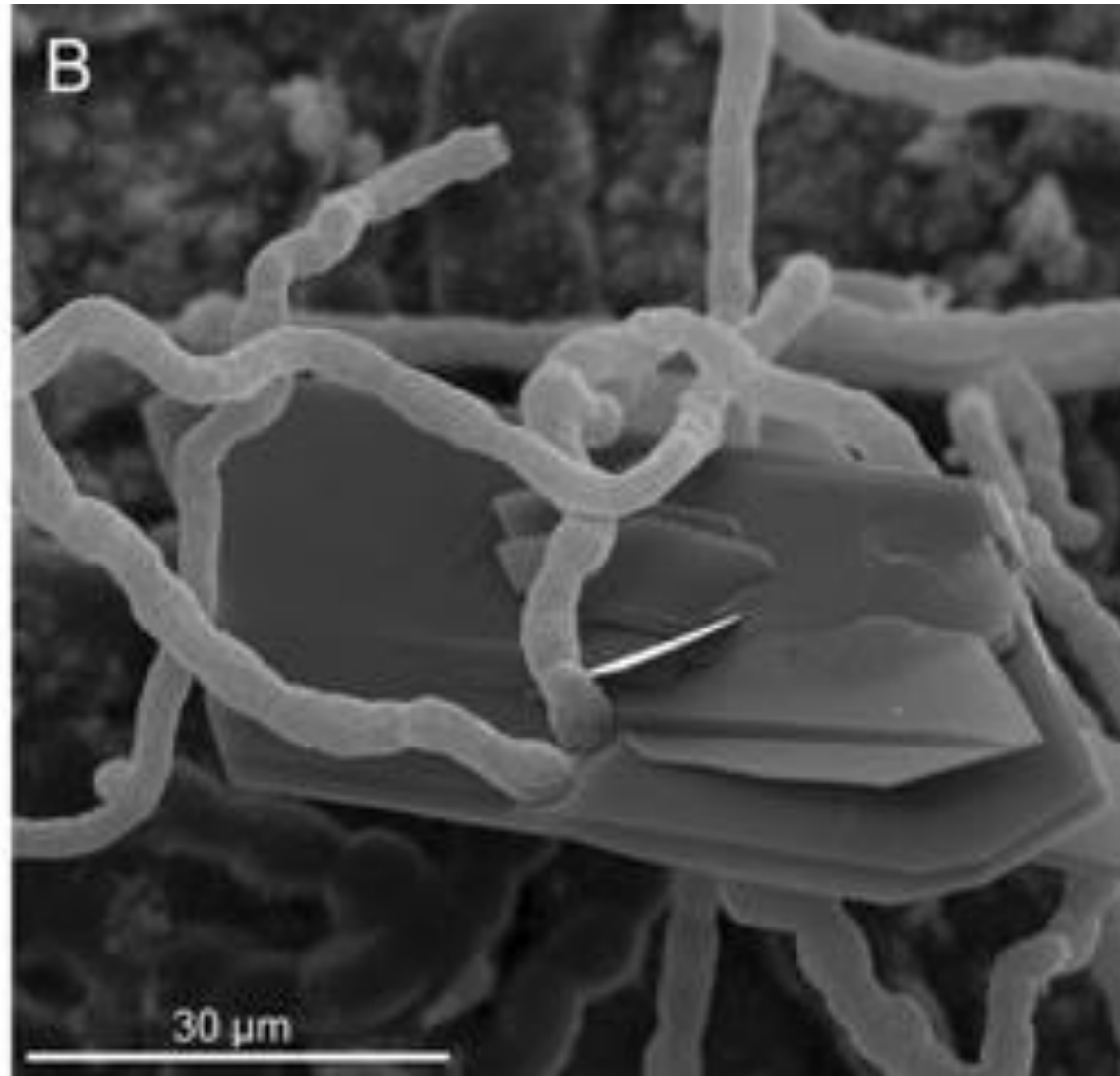


Aumento da CTC e da CRA



Biointemperismo: liberação de nutrientes

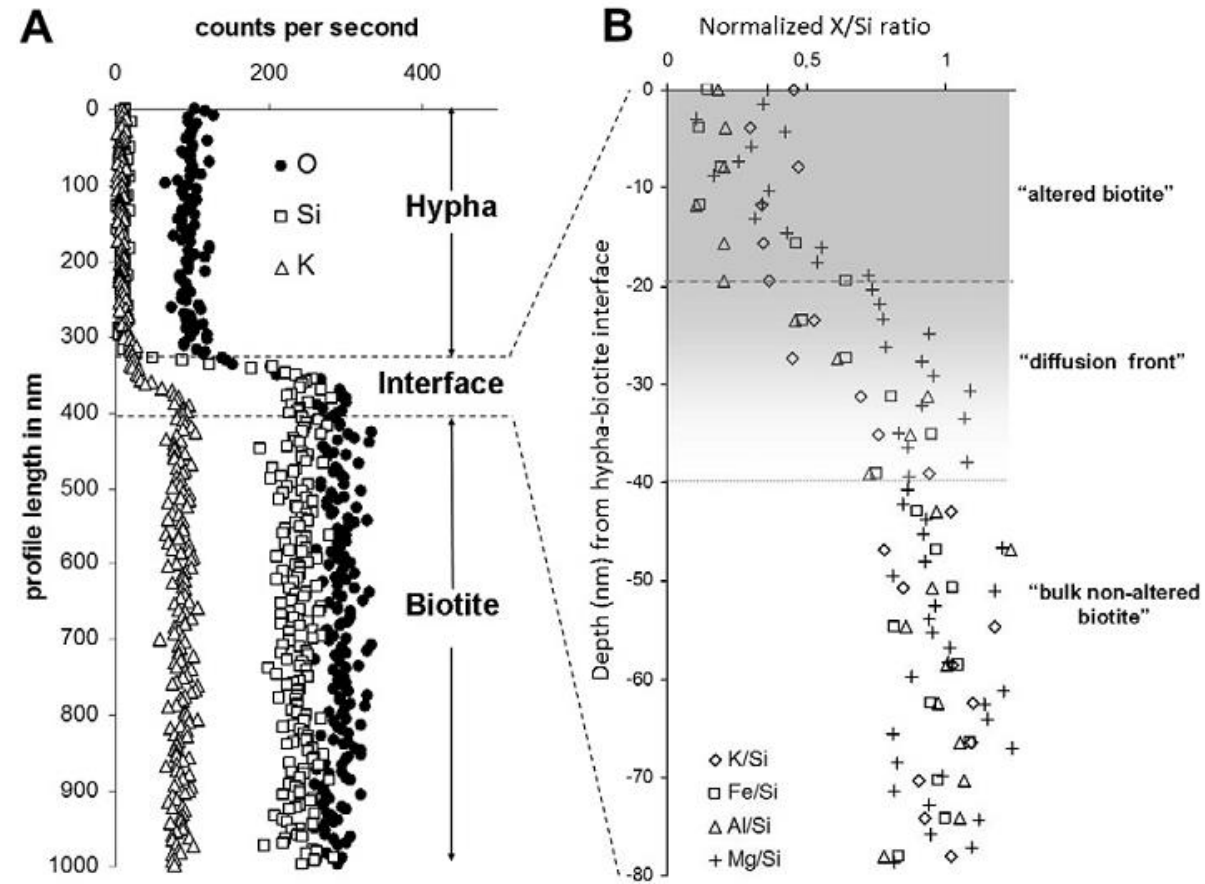
Fonte: Schöll et al. (2008)



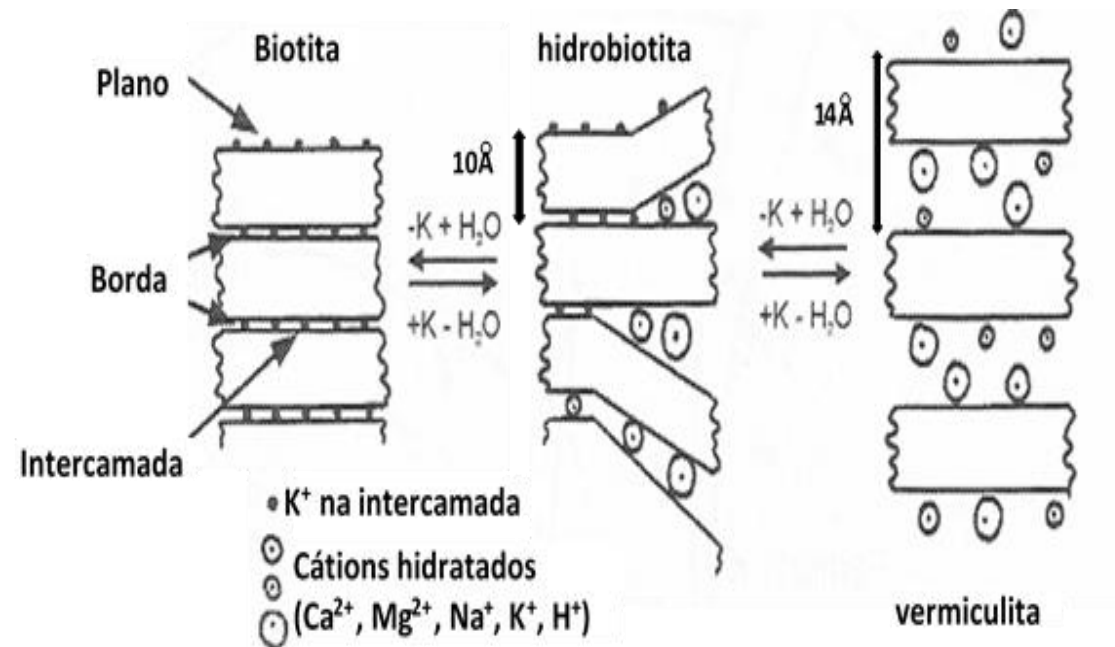
Biointemperismo

Biotita $\longrightarrow$ Vermiculita + K + Si + Mg + Fe

Fonte: Bonneville et al
(2011) Tree-mycorrhiza
Symbiosis accelerate
mineral weathering. *Geoch.
Cosmoch. Acta*, 75:6988-
7005



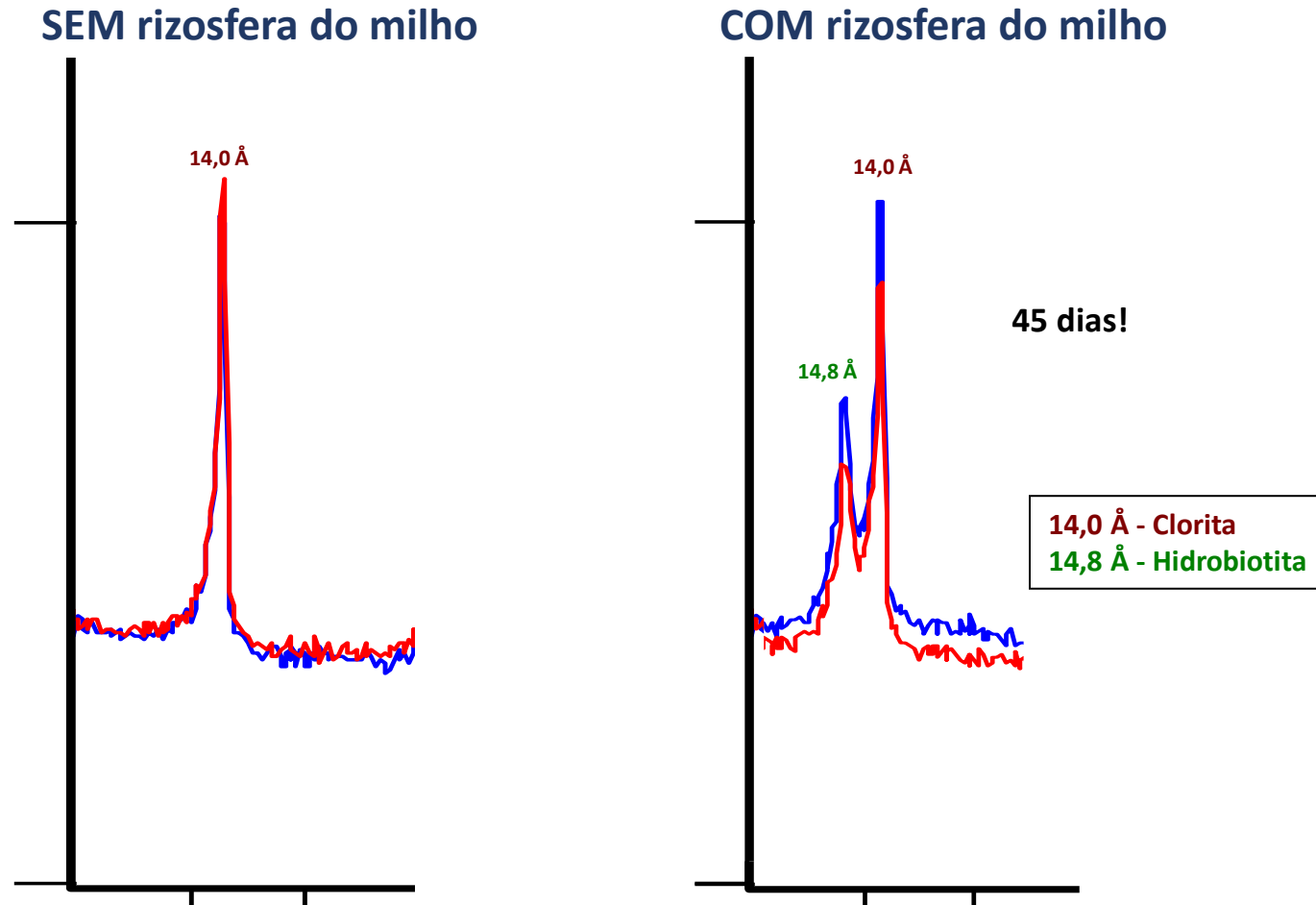
Biointemperismo



Fonte: Van Straaten (2007)



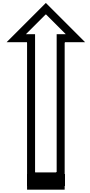
Biointemperismo



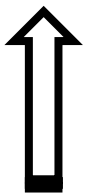
Biointemperismo é o processo chave da remineralização

Biointemperismo de mica xisto

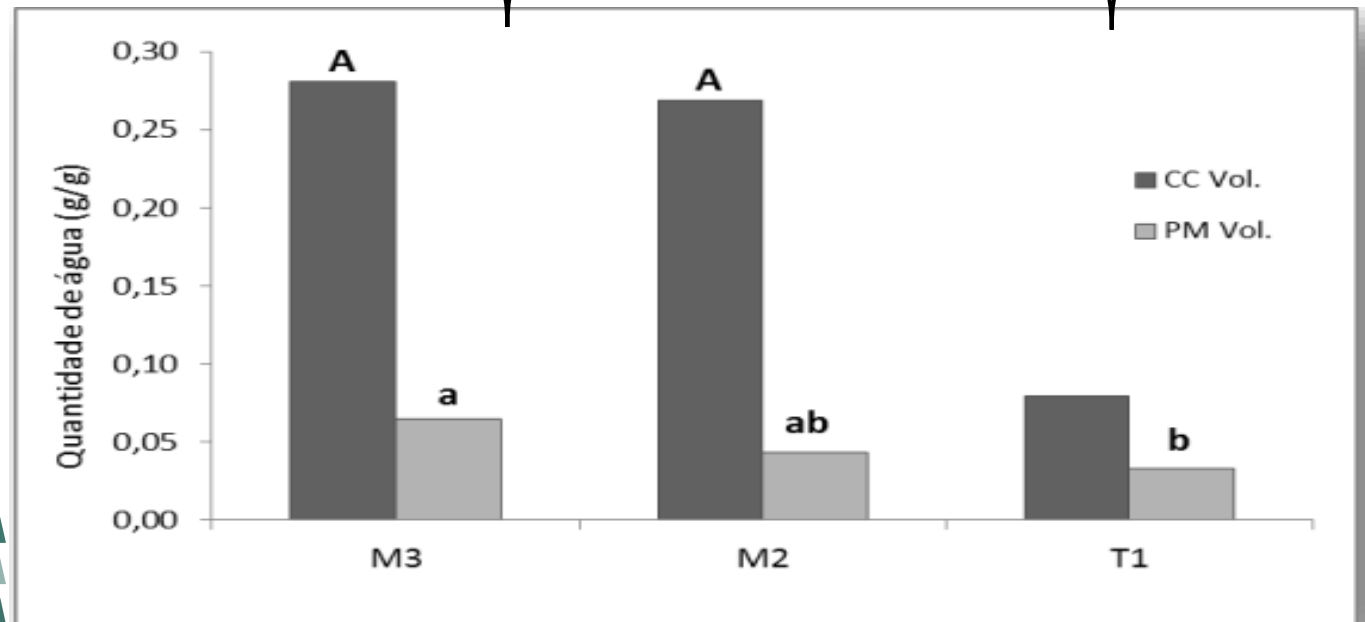
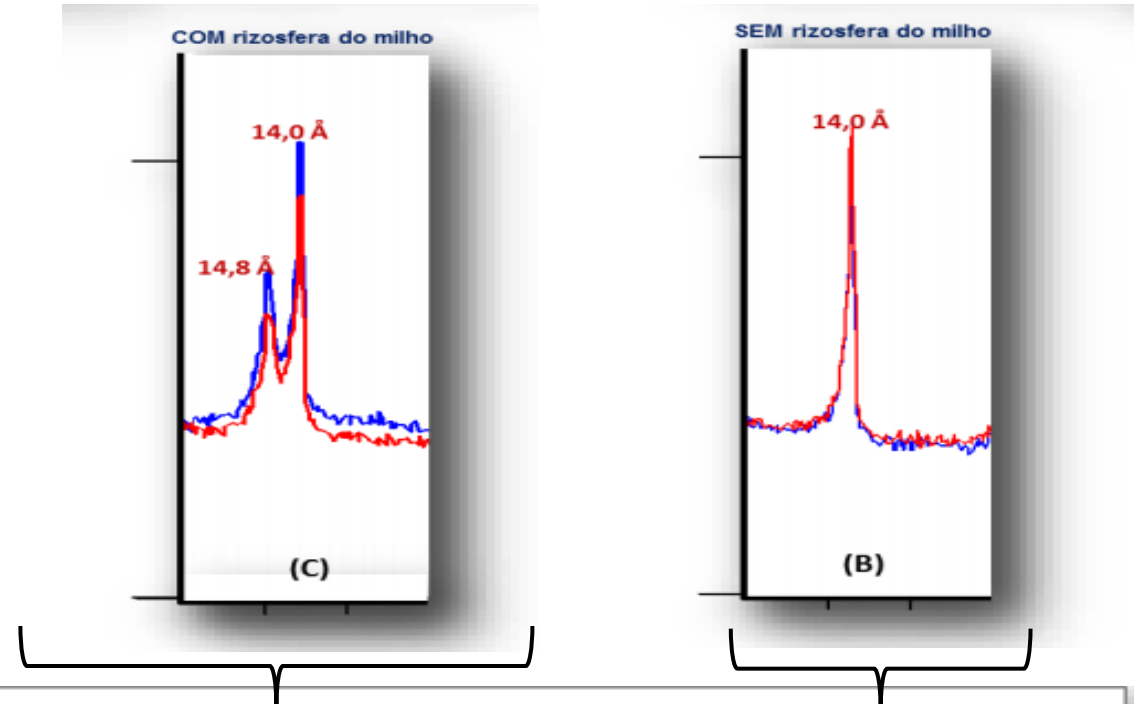
Vermiculita



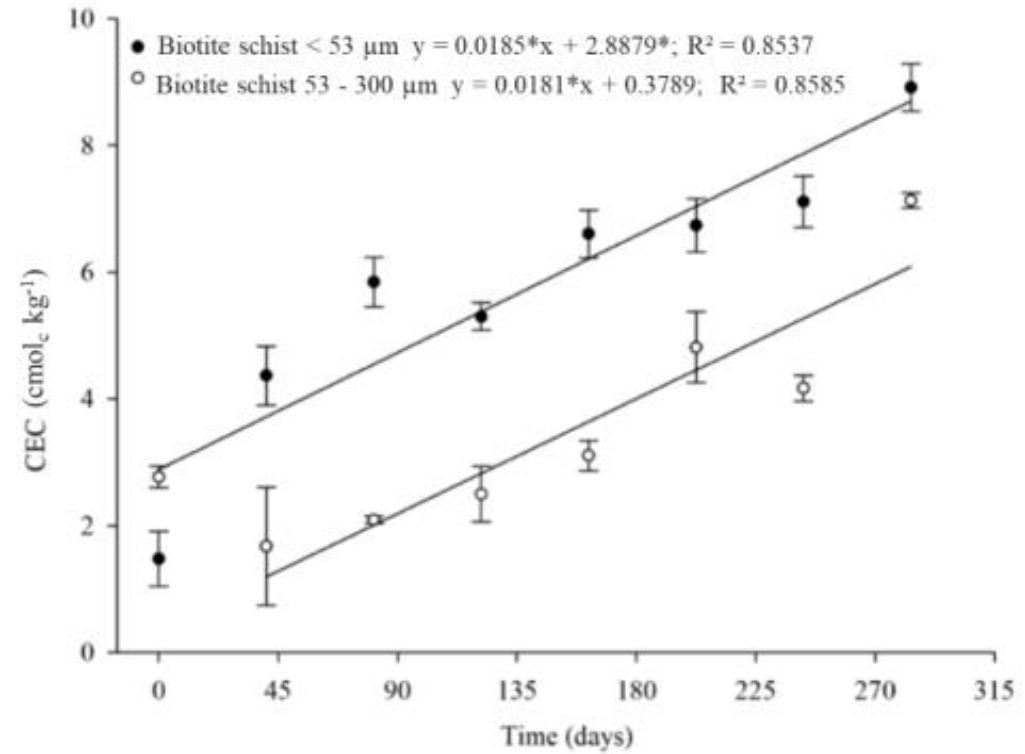
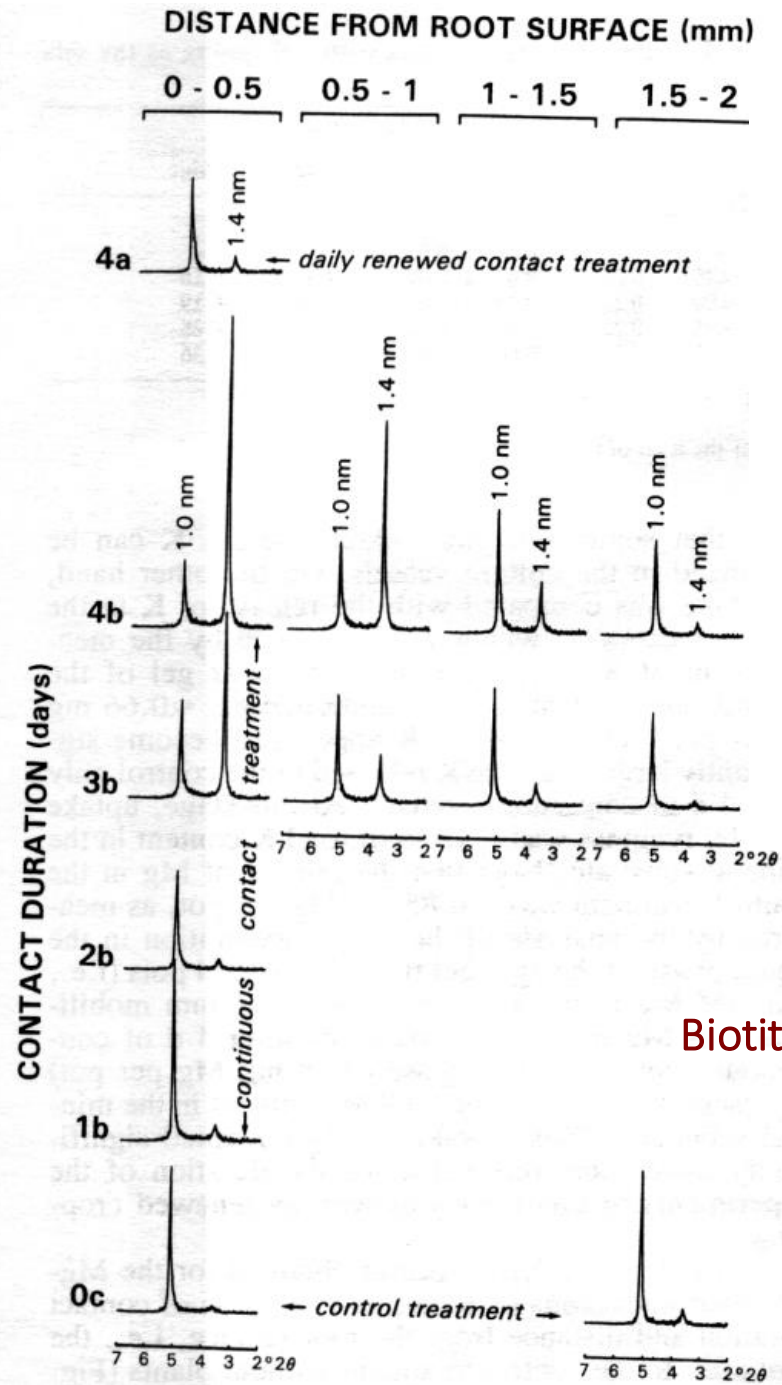
Hidrobiotita



Biotita

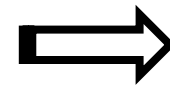


Biointemperismo



Fonte: Krahel (2020)

Biotita

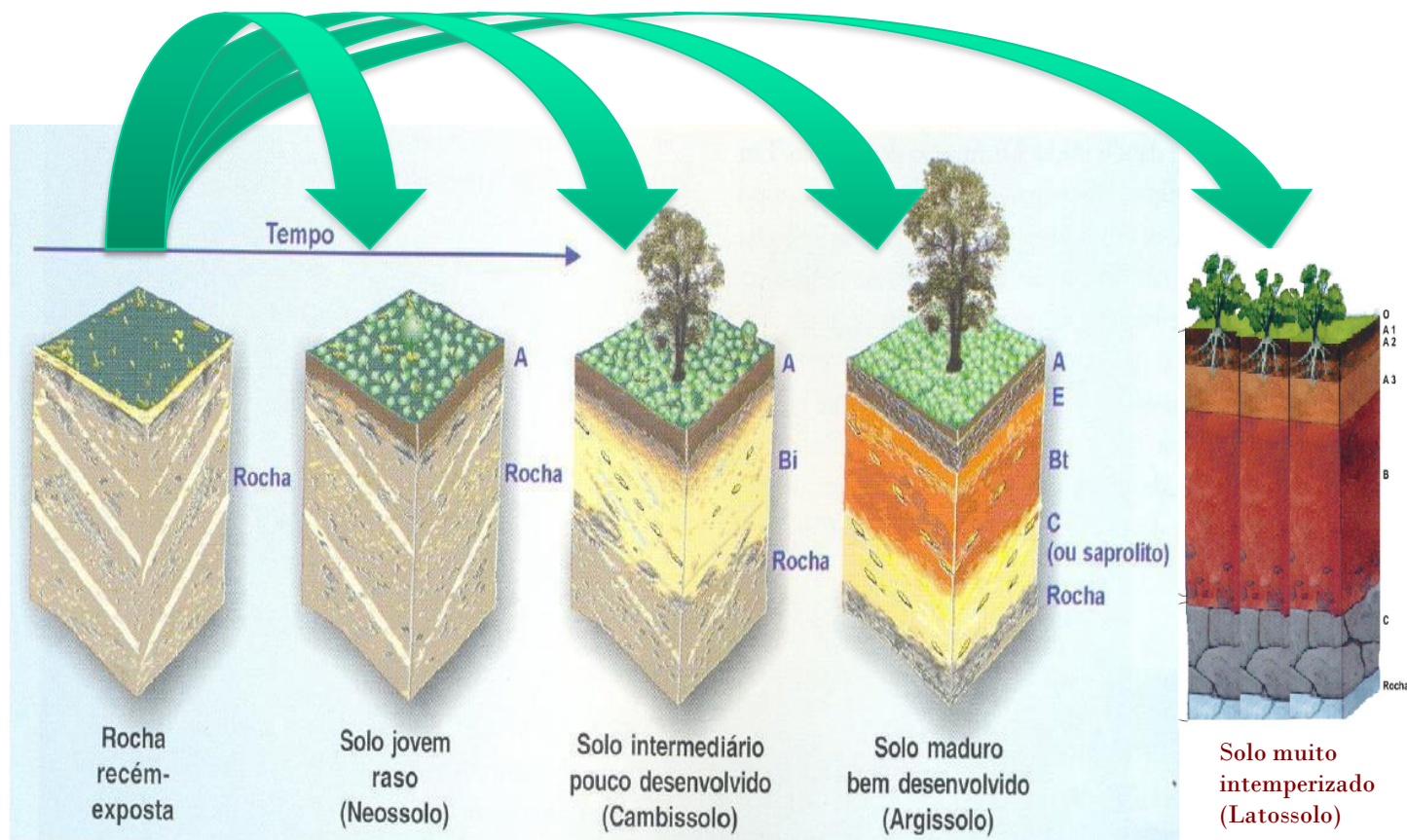


Vermiculita

+ K +Si +Mg +Fe

Fonte: Hinsinger et al. (1992)

RE-MINERALIZAÇÃO de Solo



Aplicação de minerais jovens e ricos em nutrientes e de elevada superfície específica em solos intemperizados



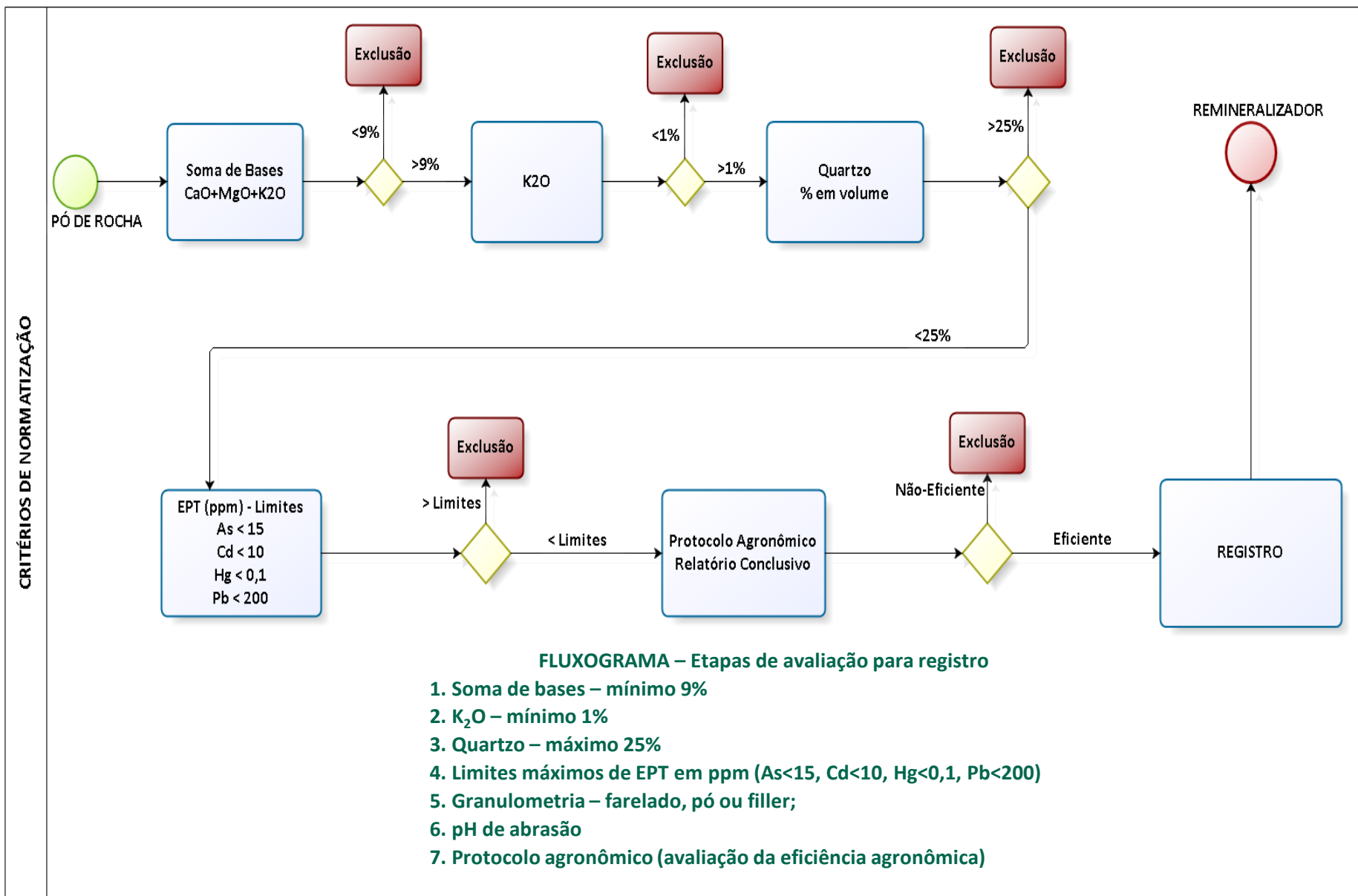
Regulamentação

Lei Nº 12.890/2013 e IN 5/2016 MAPA

- **Exigências:**
 - Soma de bases ($K_2O + CaO + MgO$) – mínimo de 9%
 - K_2O – mínimo de 1%
 - Limites máximos (ppm) de ($As < 15$; $Cd < 10$; $Hg < 0,1$; $Pb < 200$)
 - Sílica livre (quartzo) < 25%
 - Comprovação de eficiência agronômica
 - Granulometria farelado, pó ou filler



Critérios para Registro no MAPA (IN 5/2016)



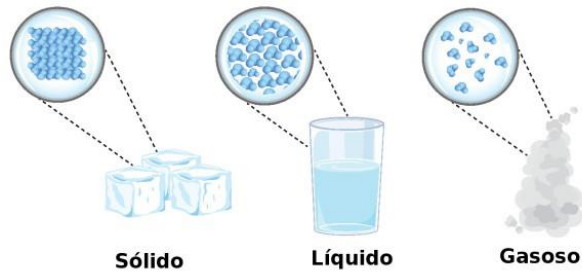
Critérios para Registro no MAPA



Caracterização Química



Caracterização Mineralógica



Caracterização Físico-Química



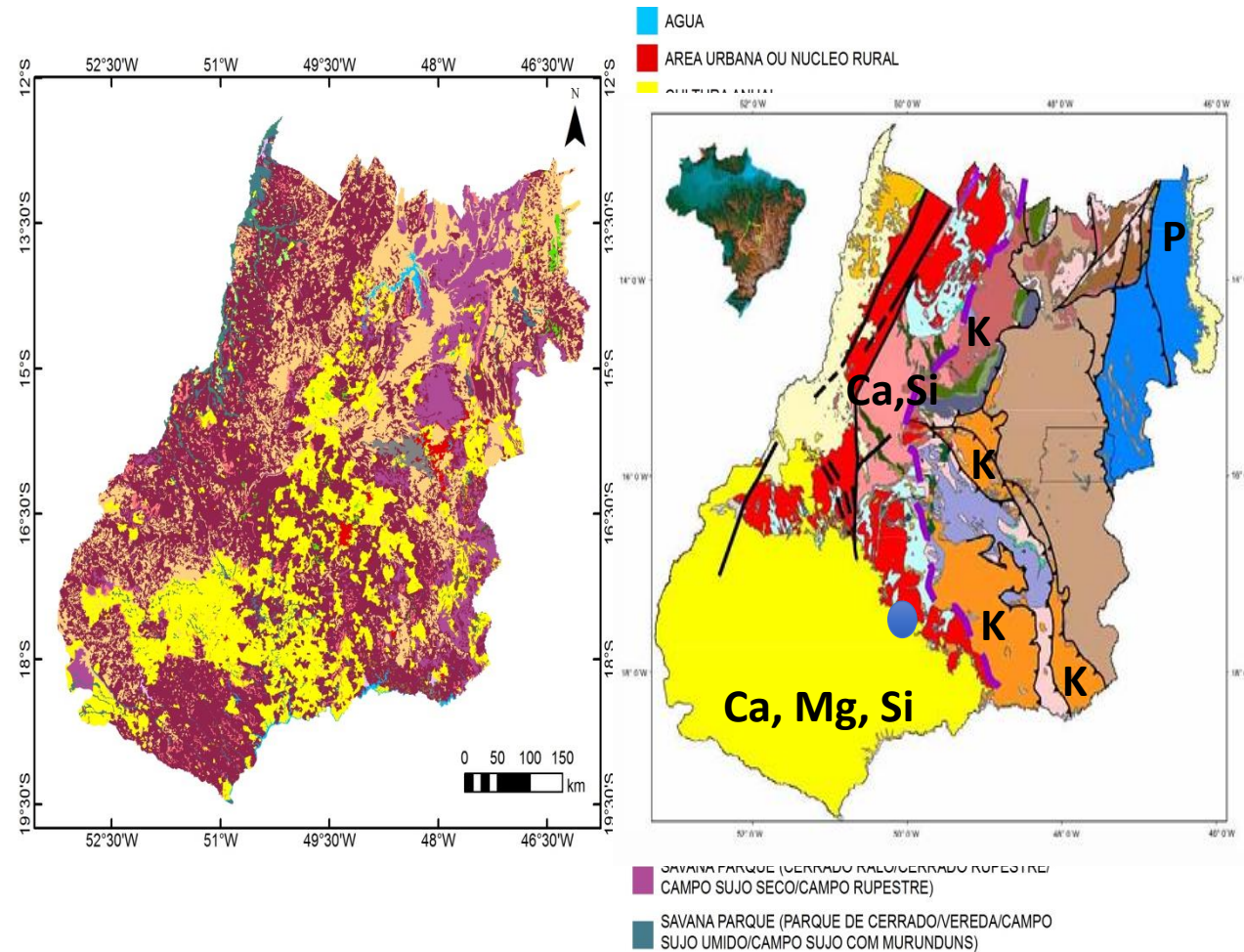
Caracterização Agronômica





Zoneamento Agrogeológico

Zoneamento Agrogeológico

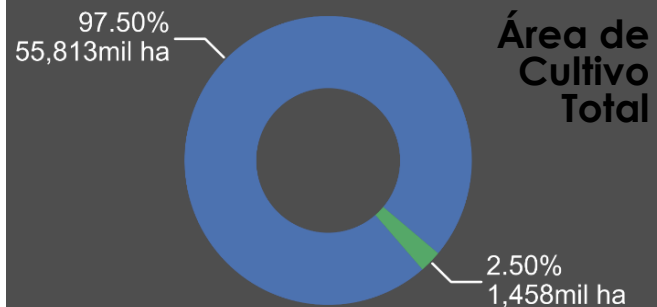
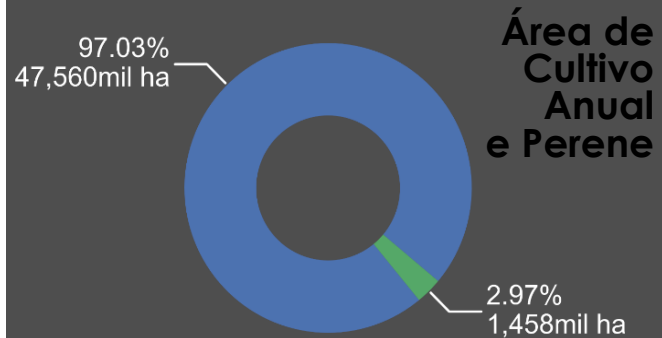


Fonte: Sistema Estadual de
Geoinformação - SIEG

Ca, Mg, K, Si

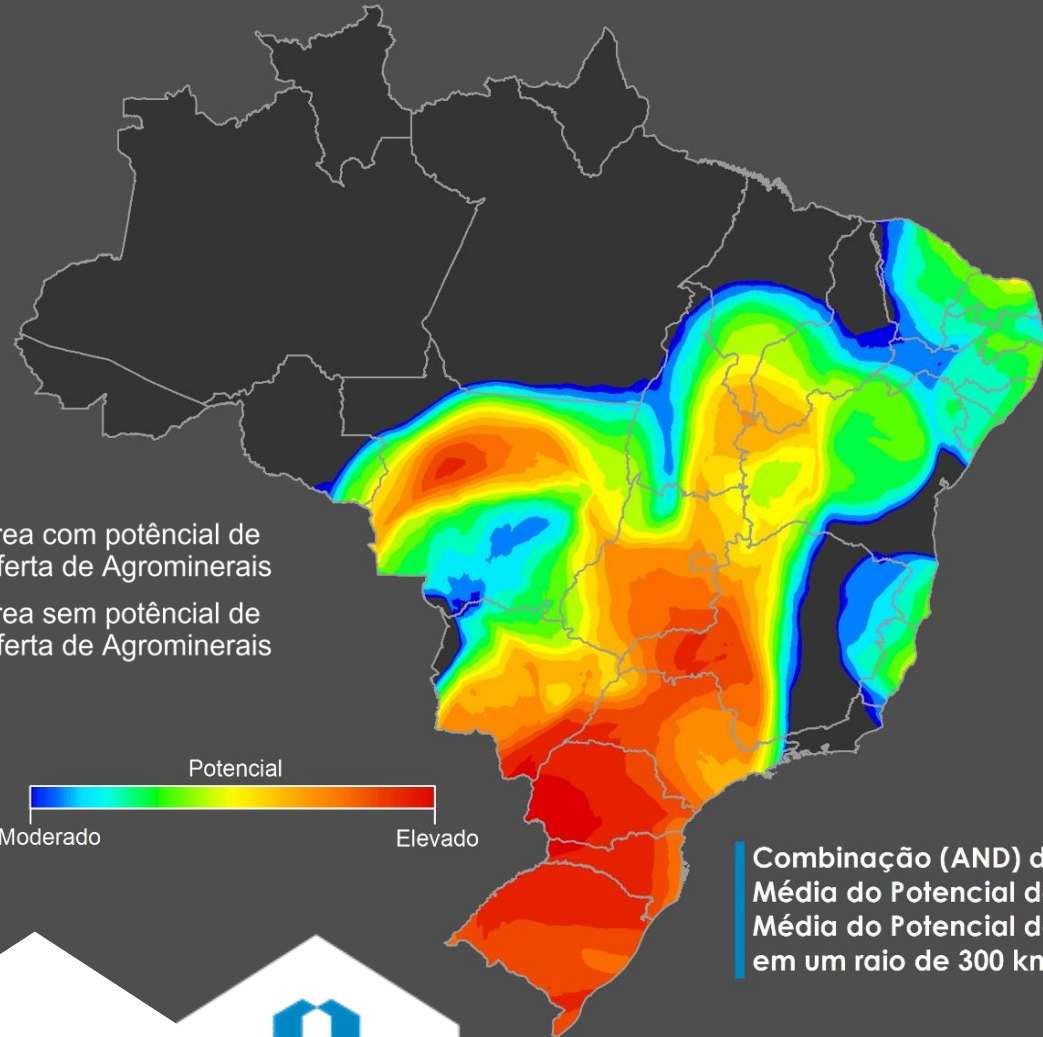


Potencial Econômico para Agrominerais Silicáticos



Área com potencial de Oferta de Agrominerais
Área sem potencial de Oferta de Agrominerais

Potencial
Moderado Elevado

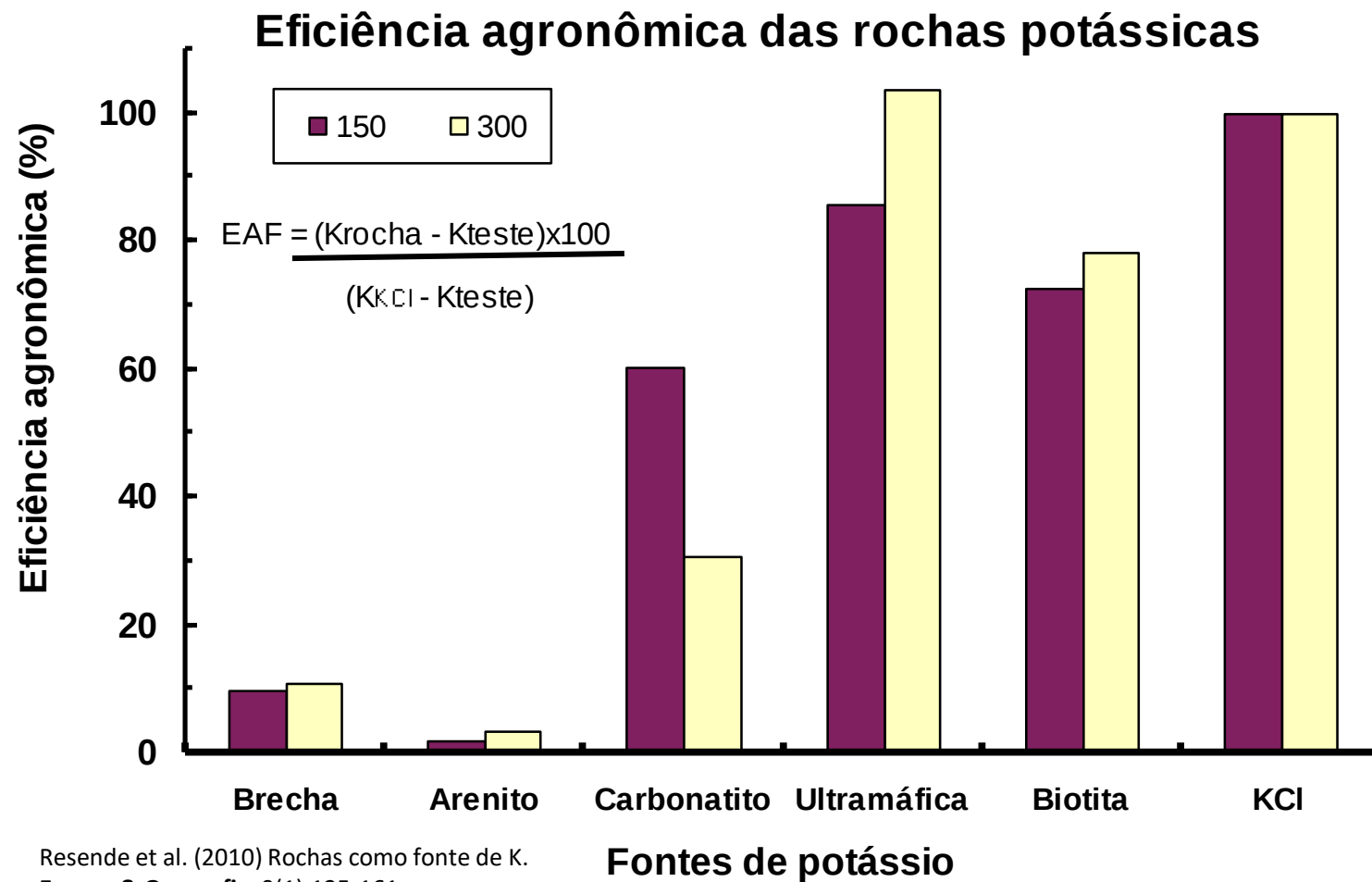


Combinação (AND) da Média do Potencial de Oferta e Média do Potencial de Consumo em um raio de 300 km

Aumento da Eficiência de Uso de Nutrientes



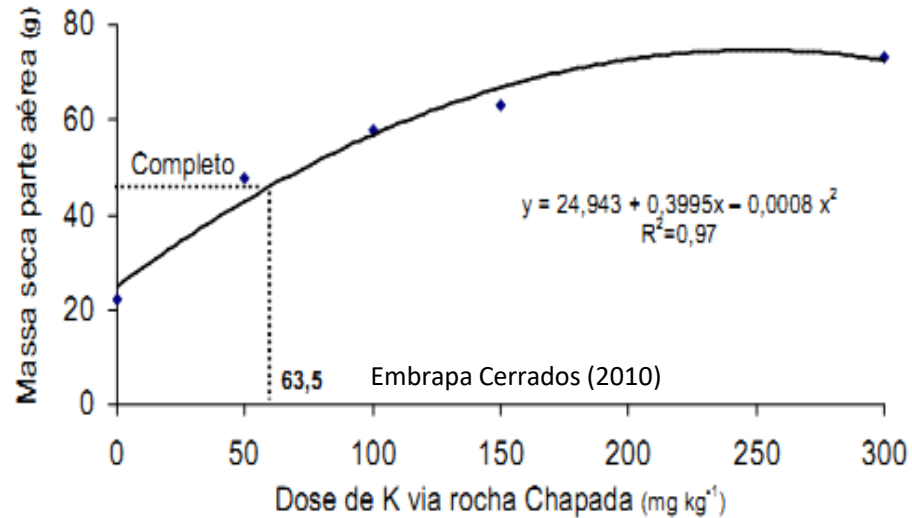
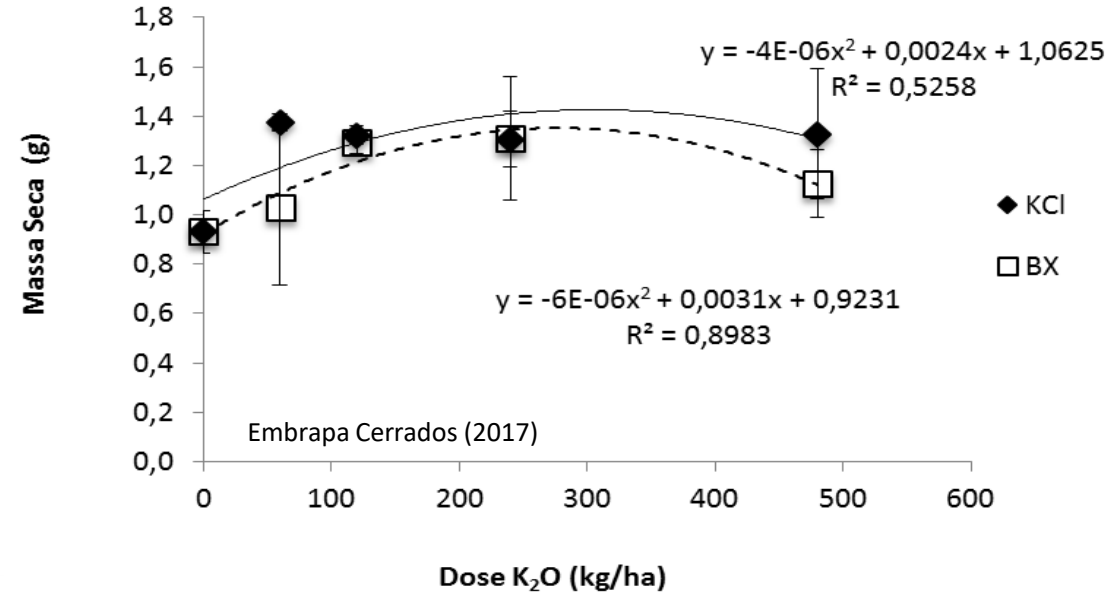
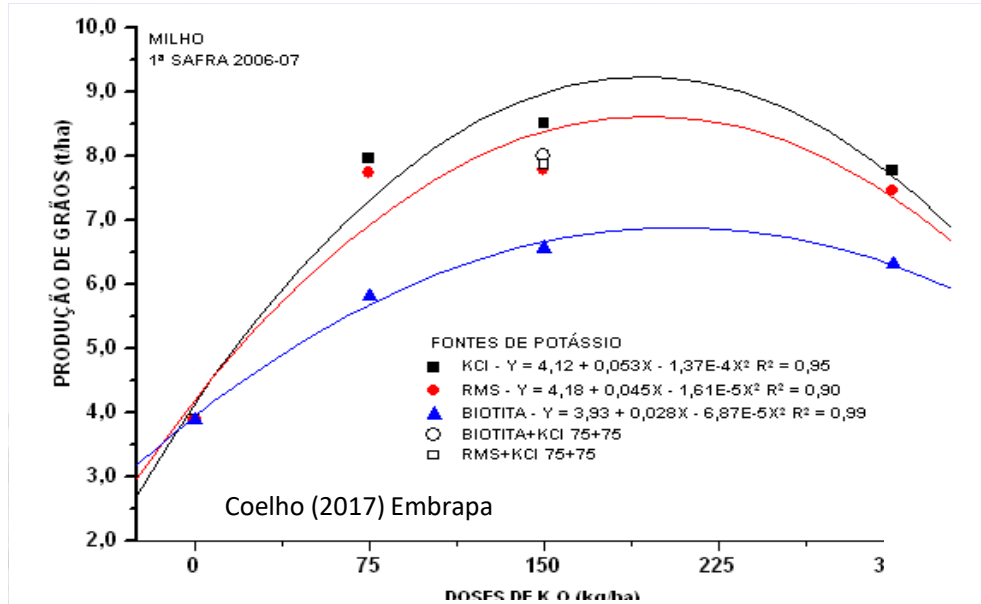
Eficiência Agronômica de Agrominerais Potássicos



Resende et al. (2010) Rochas como fonte de K.
Espaço & Geografia, 9(1):135-161

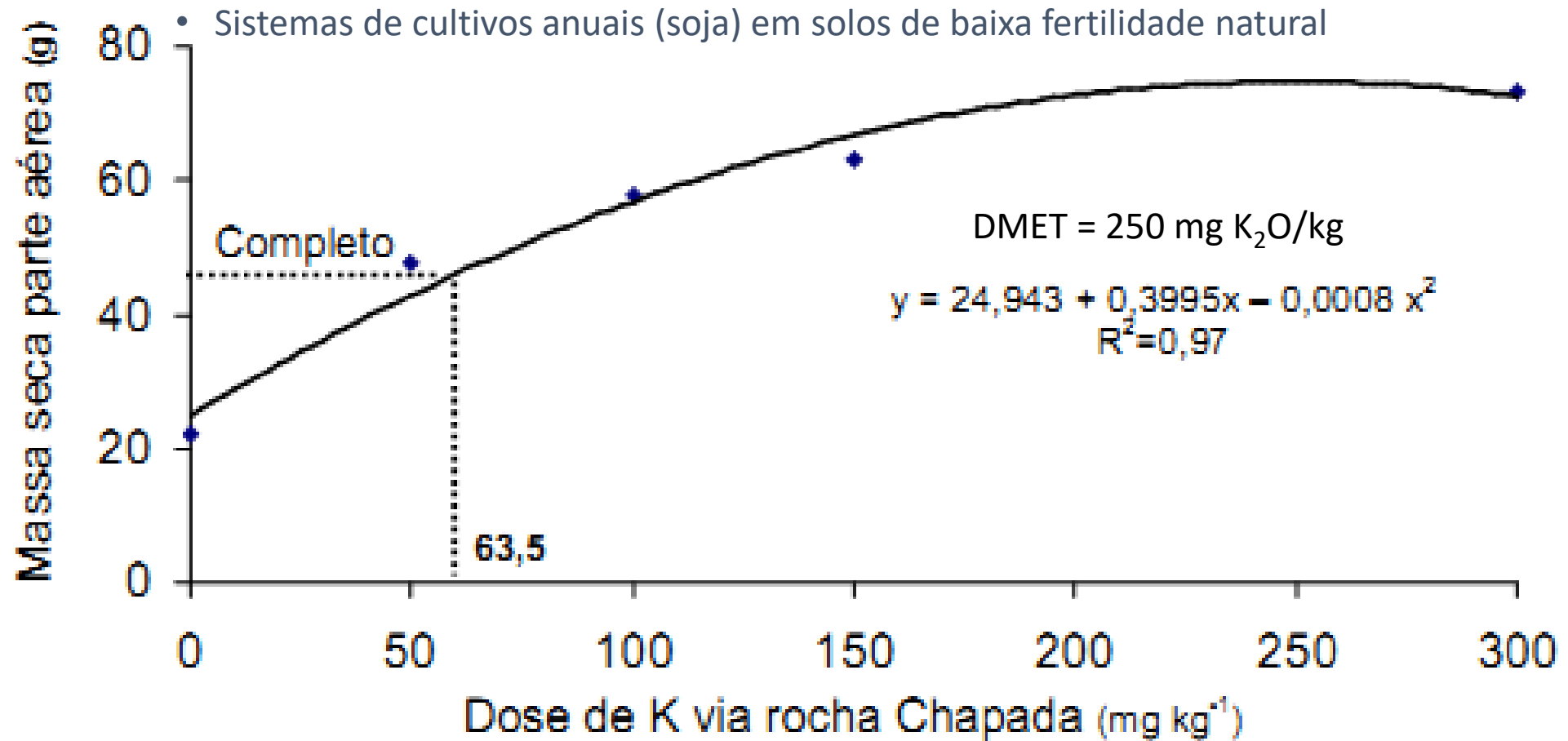


Fertilizantes Potássicos

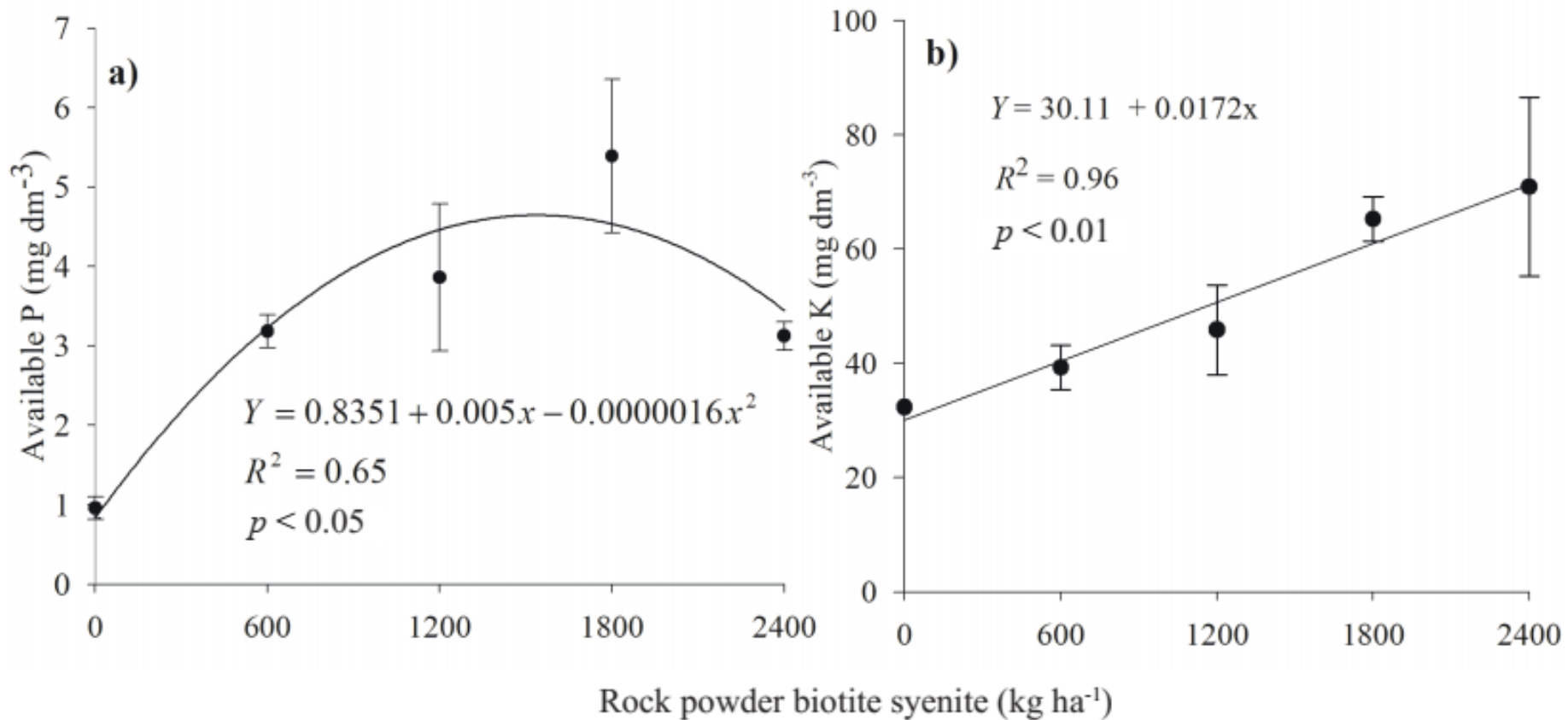


Eficiência agrônômica entre 40 e 80%
em relação ao KCl no primeiro ciclo
(área de abertura)

Eficiência Agronômica de Agrominerais Potássicos



Interação do biotita sienito com o P e o K em Latossolo argiloso



Santos et al. (2021) DOI: 10.1590/1983-40632021v5166691



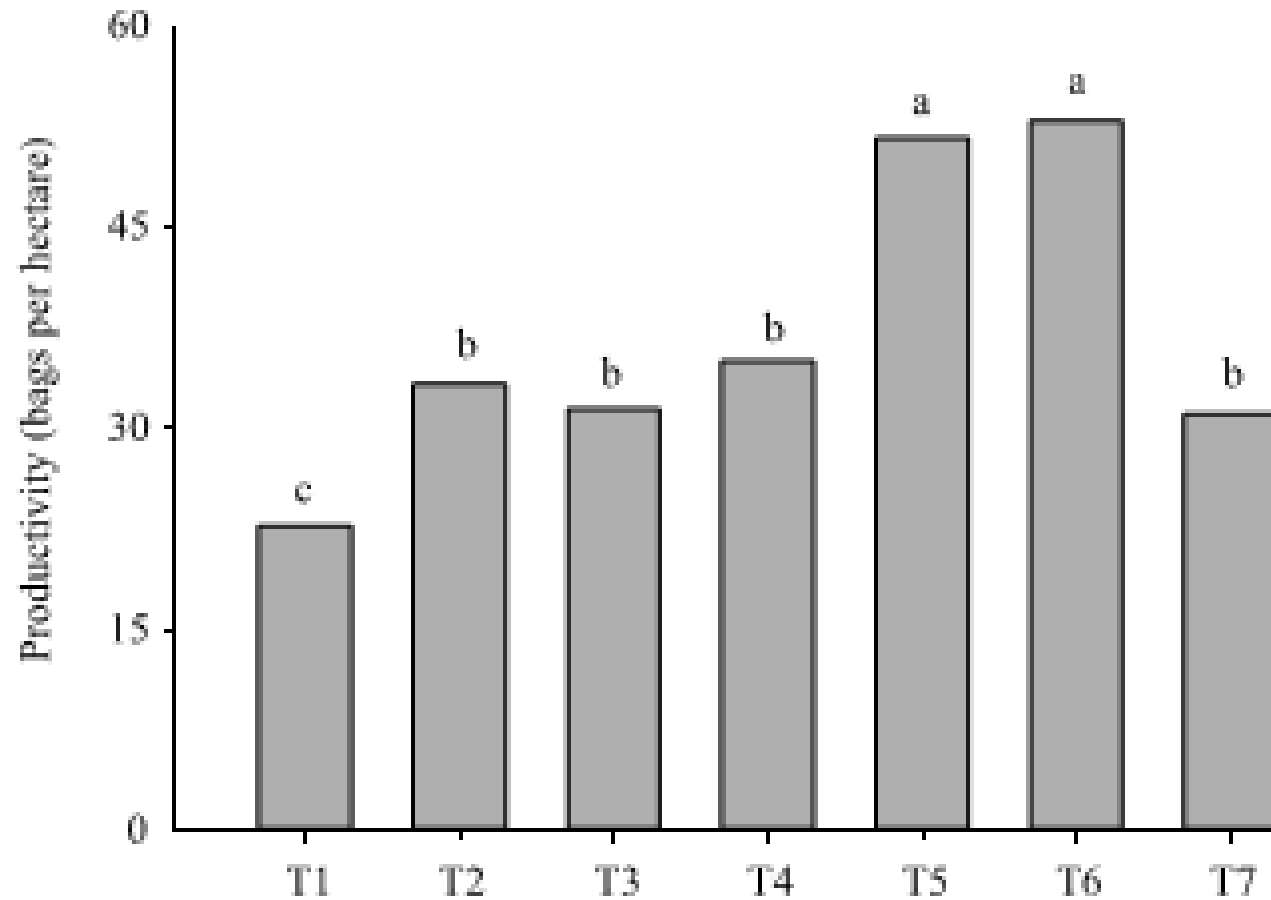
Produtividade do café arábica

K ₂ O rate	Increased yield ⁽¹⁾		Relative yield ⁽²⁾		AE
	F2	KCl	F2	KCl	
kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹		%		
2008/09					
75	1255.1	1152.0	195.1	187.3	108.9
150	1979.4	1673.9	250.0	226.8	118.3
300	1597.2	1673.0	221.0	226.7	95.5
Mean	.	.	.	.	107.6
2009/10					
75	266.7	779.3	120.2	159.0	34.2
150	1148.1	1071.3	187.0	181.2	107.2
300	572.6	789.3	143.4	159.8	72.5
Mean	.	.	.	.	71.3

F2: fonolito



Produtividade do café arábica



T1: controle; T2: 42; T3: 84; T4: 168; T5: 336 kg de K₂O por hectare (verdete calcinado)

T6: 618 kg de K₂O por hectare (KCl)

T7: 168 K₂O por hectare (verdete in natura)

Dias et al. 2018. <http://doi.org/DOI: 10.1590/S0100-204X2018001200008>

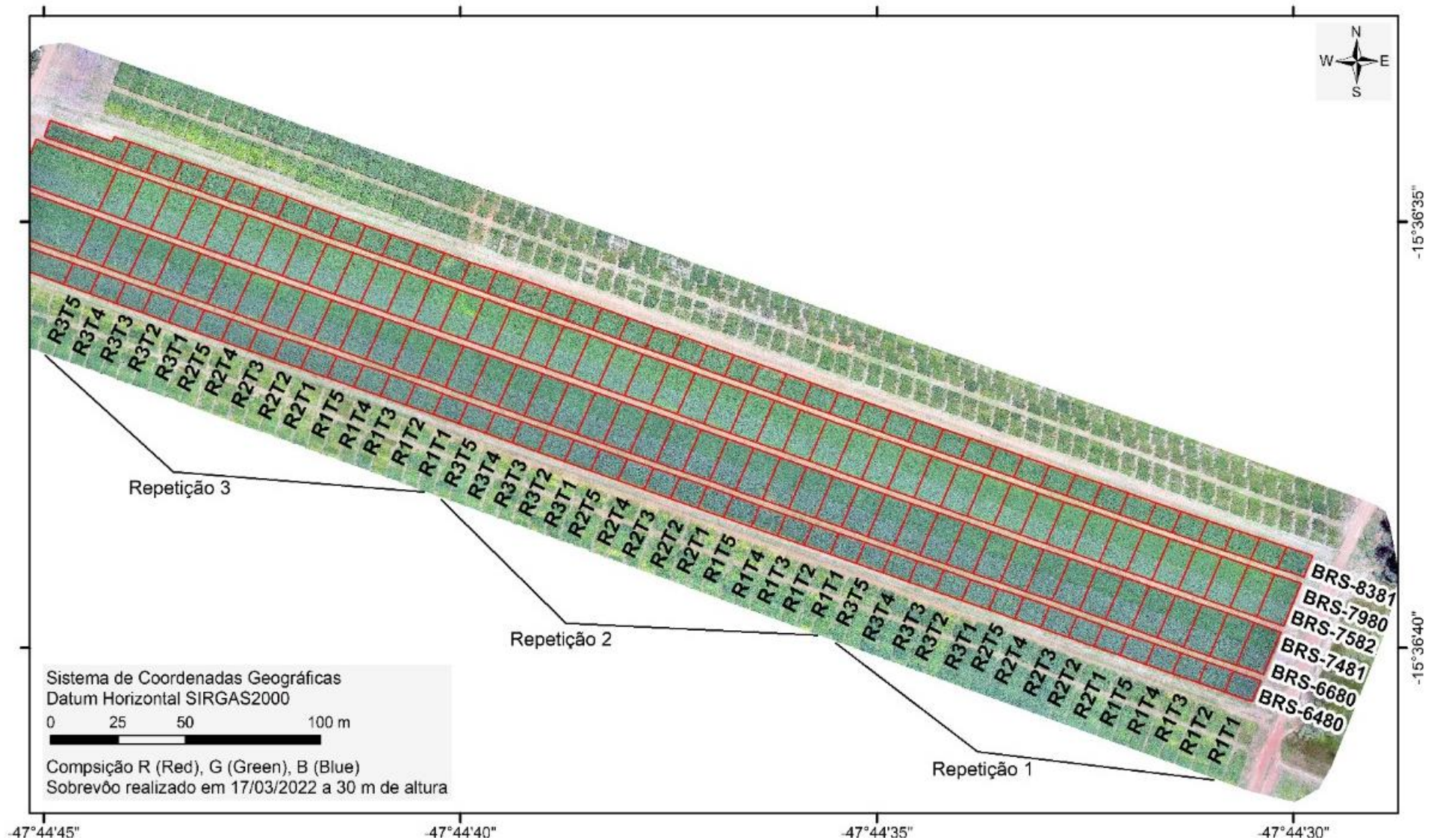


Macro e micronutrientes no tecido vegetal do milho em Latossolo adubado com biotita sienito

Table 4. Macro and micronutrients in maize leaves cultivated in a Ferralsol from the Brazilian Savanna after the addition of finely ground biotite syenite.

Dose kg ha ⁻¹	N	K	P g kg ⁻¹		Ca	Mg
0	28.66 ± 0.56 b*	30.45 ± 0.03 bc	3.73 ± 0.10		9.52 ± 1.21	4.96 ± 0.48 a
600	30.51 ± 0.36 a	30.72 ± 0.54 b	3.82 ± 0.15		9.89 ± 1.36	4.00 ± 0.00 b
1,200	31.74 ± 0.31 a	29.13 ± 0.86 ca	3.81 ± 0.40		7.50 ± 1.85	3.32 ± 0.18 c
1,800	31.54 ± 0.45 a	29.33 ± 0.62 bc	4.01 ± 0.12		9.34 ± 1.62	3.30 ± 0.12 c
2,400	31.91 ± 0.95 a	32.45 ± 0.39 aa	4.00 ± 0.13		10.13 ± 1.90	3.33 ± 0.22 c
Dose kg ha ⁻¹	Fe g kg ⁻¹	Zn		Mn mg kg ⁻¹		Cu
0	0.56 ± 0.09 aa	57.33 ± 6.43 ab		059.33 ± 16.01 b		32.33 ± 12.41
600	0.52 ± 0.09 ab	45.00 ± 5.00 ab		081.67 ± 16.45 b		18.33 ± 7.64
1,200	0.45 ± 0.06 ab	36.67 ± 7.64 bc		141.33 ± 10.06 a		30.67 ± 8.62
1,800	0.36 ± 0.03 bb	27.33 ± 6.81 bc		064.33 ± 4.04 b		20.00 ± 5.00
2,400	0.43 ± 0.05 ab	27.00 ± 7.81 bc		057.67 ± 2.52 b		13.33 ± 5.77

* Means followed by different letters in the column differ significantly by the Tukey test (p < 0.05). Values indicate the mean ± standard deviation.



Interação Soja x Remineralização (Embrapa Cerrados, 2022)





Interação Soja x Remineralização (Embrapa Cerrados, 2022)



Aumento da Atividade Biológica



Aumento das raízes das culturas



Fonte: Embrapa Cerrados 2017



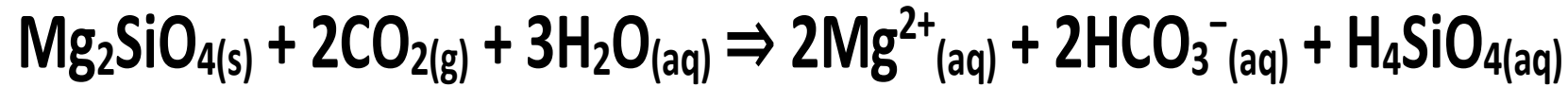
Investimento em raízes



Mitigação de Gases de Efeito Estufa



Sequestro de carbono



Article

Potential for large-scale CO₂ removal via enhanced rock weathering with croplands

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2448-9>

Received: 31 May 2018

Accepted: 7 May 2020

Published online: 8 July 2020

David J. Beerling^{1✉}, Euripides P. Kantzas¹, Mark R. Lomas¹, Peter Wade¹, Rafael M. Eufrazio², Phil Renforth³, Binoy Sarkar⁴, M. Grace Andrews⁵, Rachael H. James⁵, Christopher R. Pearce⁶, Jean-Francois Mercure^{7,8}, Hector Pollitt^{8,9}, Philip B. Holden¹⁰, Neil R. Edwards^{8,10}, Madhu Khanna¹¹, Lenny Koh², Shaun Quegan¹², Nick F. Pidgeon¹³, Ivan A. Janssens¹⁴, James Hansen¹⁵ & Steven A. Banwart^{16,17}

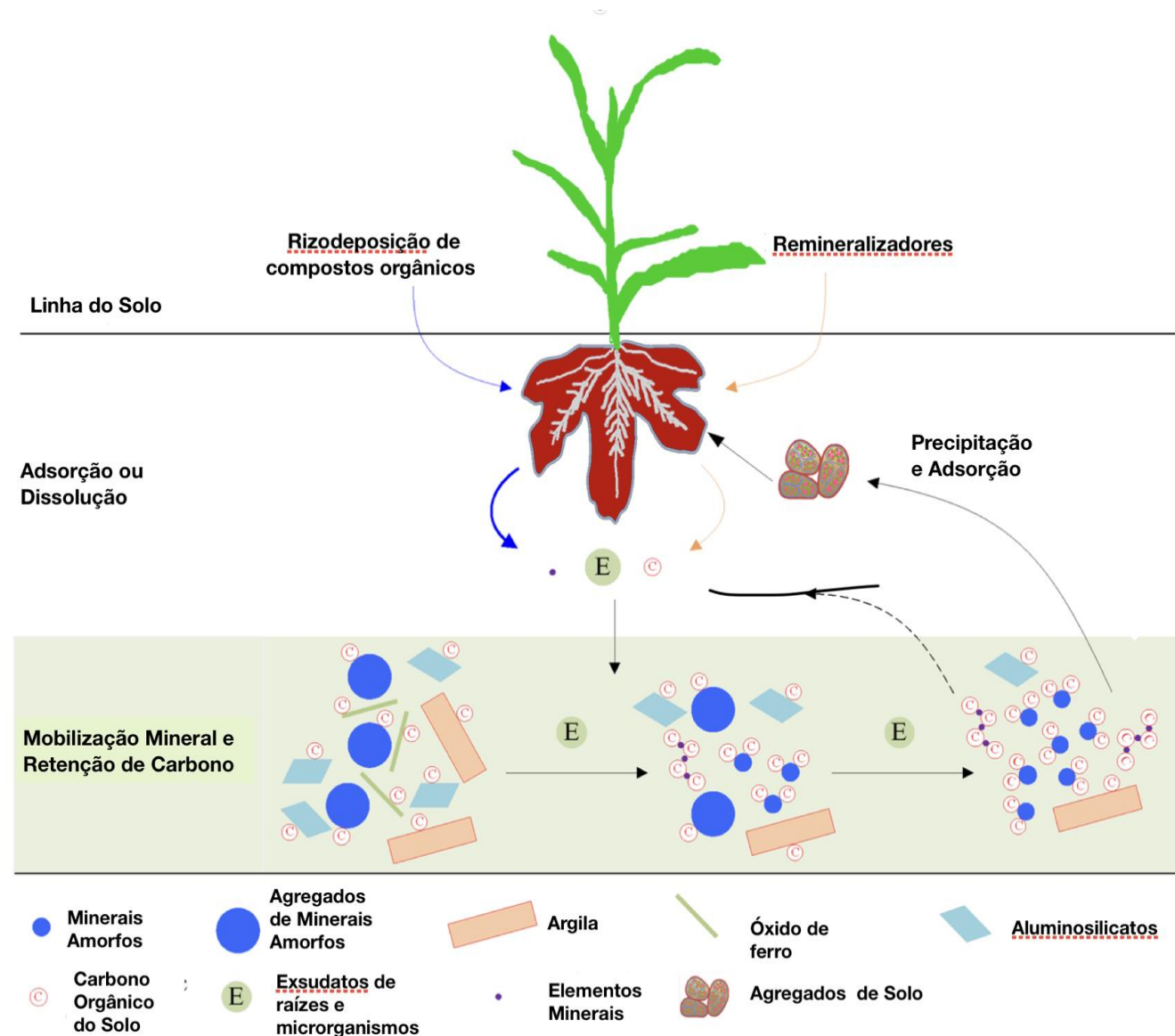
Assessing the potential of soil carbonation and enhanced weathering through Life Cycle Assessment: A case study for Sao Paulo State, Brazil



David Lefebvre^{a,*}, Pietro Goglio^{a,b}, Adrian Williams^a, David A.C. Manning^c, Antonio Carlos de Azevedo^d, Magda Bergmann^e, Jeroen Meersmans^a, Pete Smith^f



Formação de microagregados



Opções para sequestro de carbono

Potencial do “enhanced weathering”

Smith (2018) doi: 10.1098/rspb.2017.2798

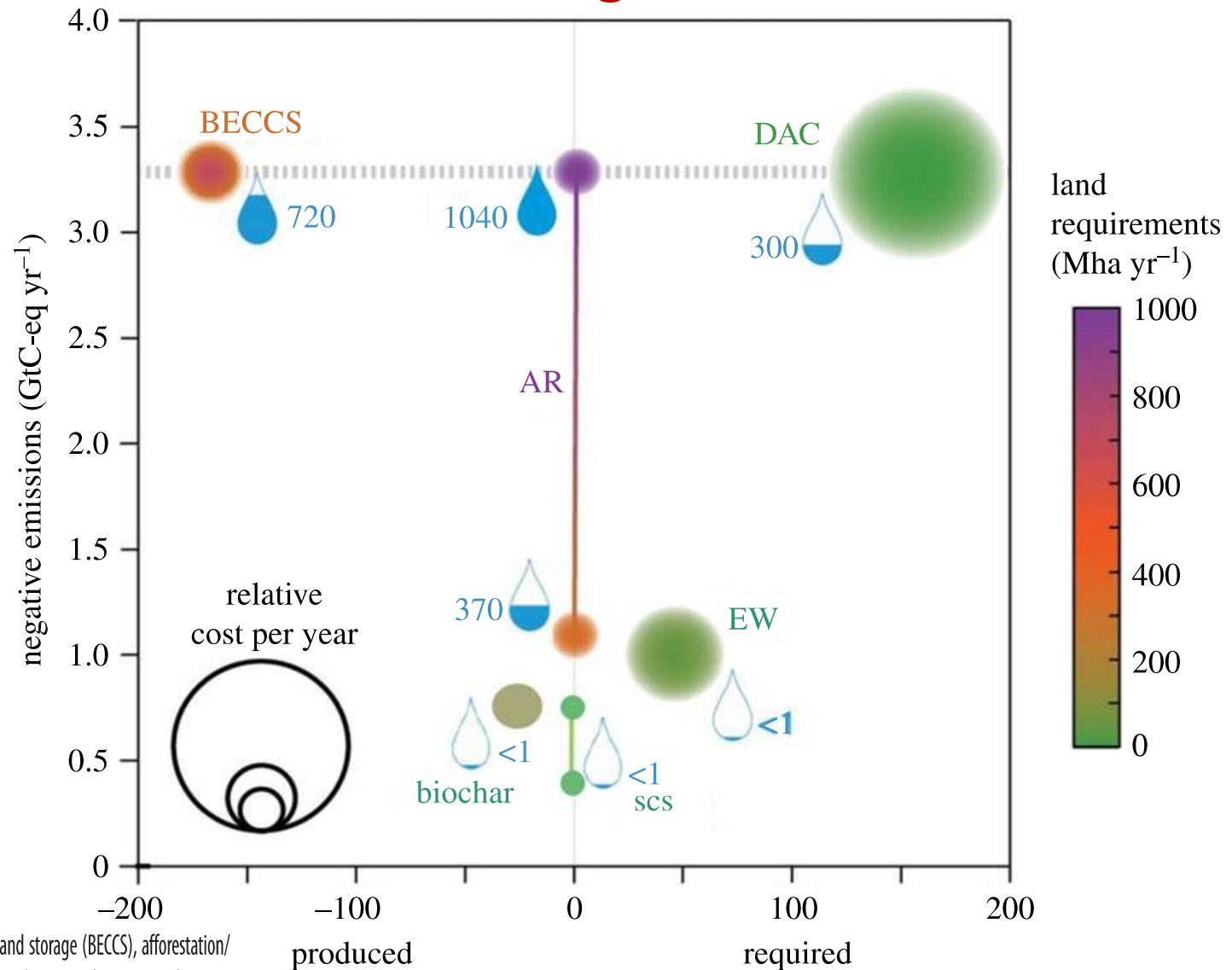


Figure 1. GGR potential for options direct air capture (DAC), enhanced weathering of minerals (EW), bioenergy with carbon capture and storage (BECCS), afforestation/reforestation (AR), soil carbon sequestration (SCS) and biochar and requirements for cost, energy, land and water [4,15]. GGR potential is shown on the y-axis and energy requirement (or energy generated) is shown on the x-axis. Land-use impact is shown by colour (see key). The size of the circle shows economic cost, and water requirement is shown in the water drop symbols, with quantities in km³ yr⁻¹. All values are for 2100 except relative costs, which are for 2050 [4,15].



energy (EJ yr⁻¹)
Embrapa

Adoção de Remineralizadores



Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado



Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado

MAPEAMENTO DAS EMPRESAS BRASILEIRAS PRODUTORAS DE REMINERALIZADORES DE SOLOS - 2021



Estados	Principais Rocha Utilizada na Produção
Bahia	Gnaiss e Piroxênio
Goiás	Basalto, Calcixisto e Micaxisto
Maranhão	Basalto
Minas Gerais	Saprólito de Kamafugito, Anfibolito, Serpentinito, Siltito Glauconítico, Filito, Calcário, Fonolito e Sienito
Mato Grosso Do Sul	Basalto
Santa Catarina	Varvito
Paraná	Basalto, Serpentinito, Filito, Microgabro e Dacito
São Paulo	Dacito, Diabásio e Basalto



Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado

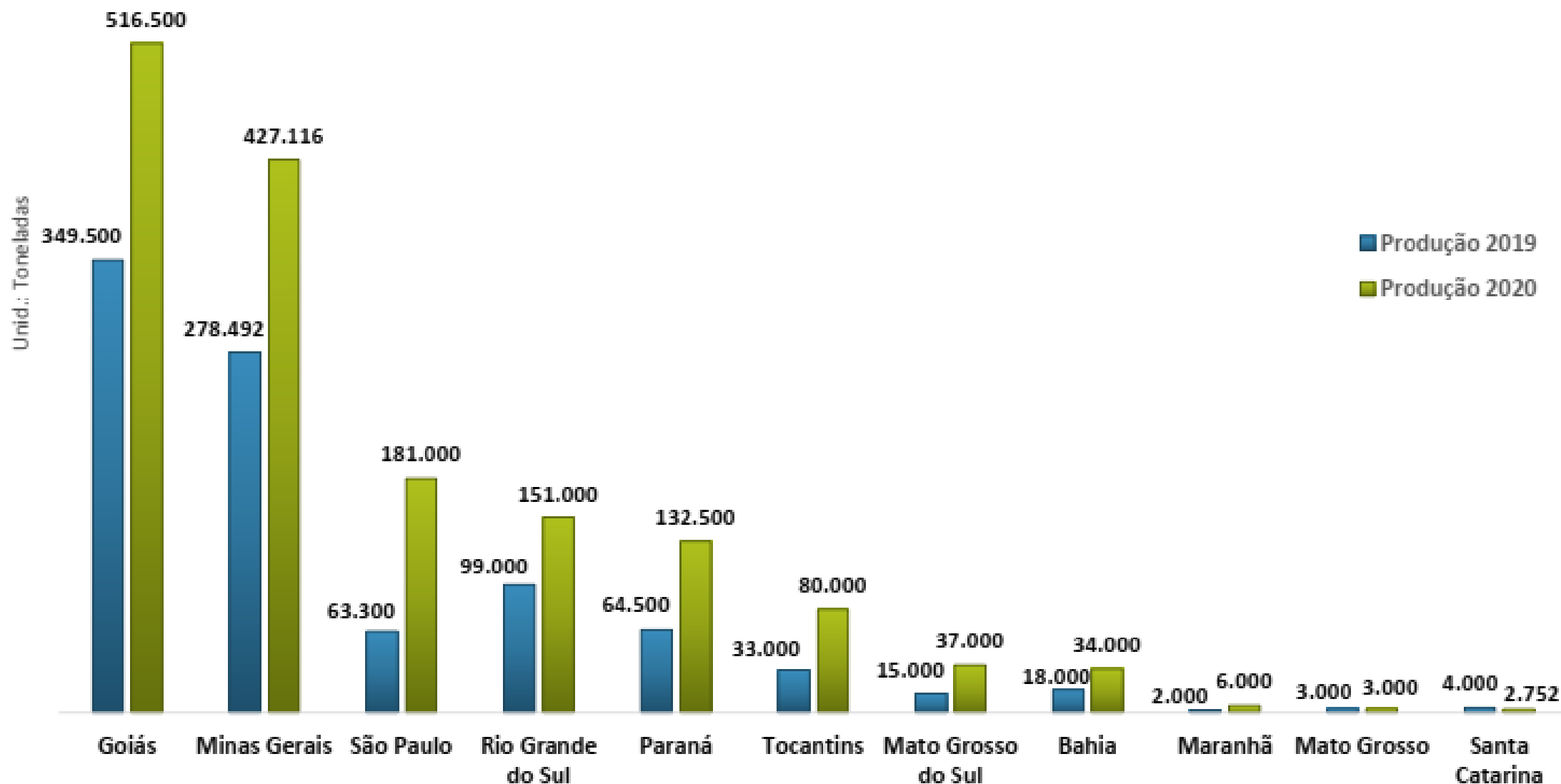
1.1 PRODUÇÃO DE AGROMINERAIS SILICÁTICOS POR ESTADO

Estados	2019	2020	2019/2020
Goiás	349.500	516.500	48%
Minas Gerais	278.492	427.116	53%
São Paulo	63.300	181.000	186%
Rio Grande do Sul	99.000	151.000	53%
Paraná	64.500	132.500	105%
Tocantins	33.000	80.000	142%
Mato Grosso do Sul	15.000	37.000	147%
Bahia	18.000	34.000	89%
Maranhã	2.000	6.000	200%
Mato Grosso	3.000	3.000	0%
Santa Catarina	4.000	2.752	-31%
TOTAL	929.792	1.570.868	69%

Fonte: Embrapa (2021); SGM-DTTM.



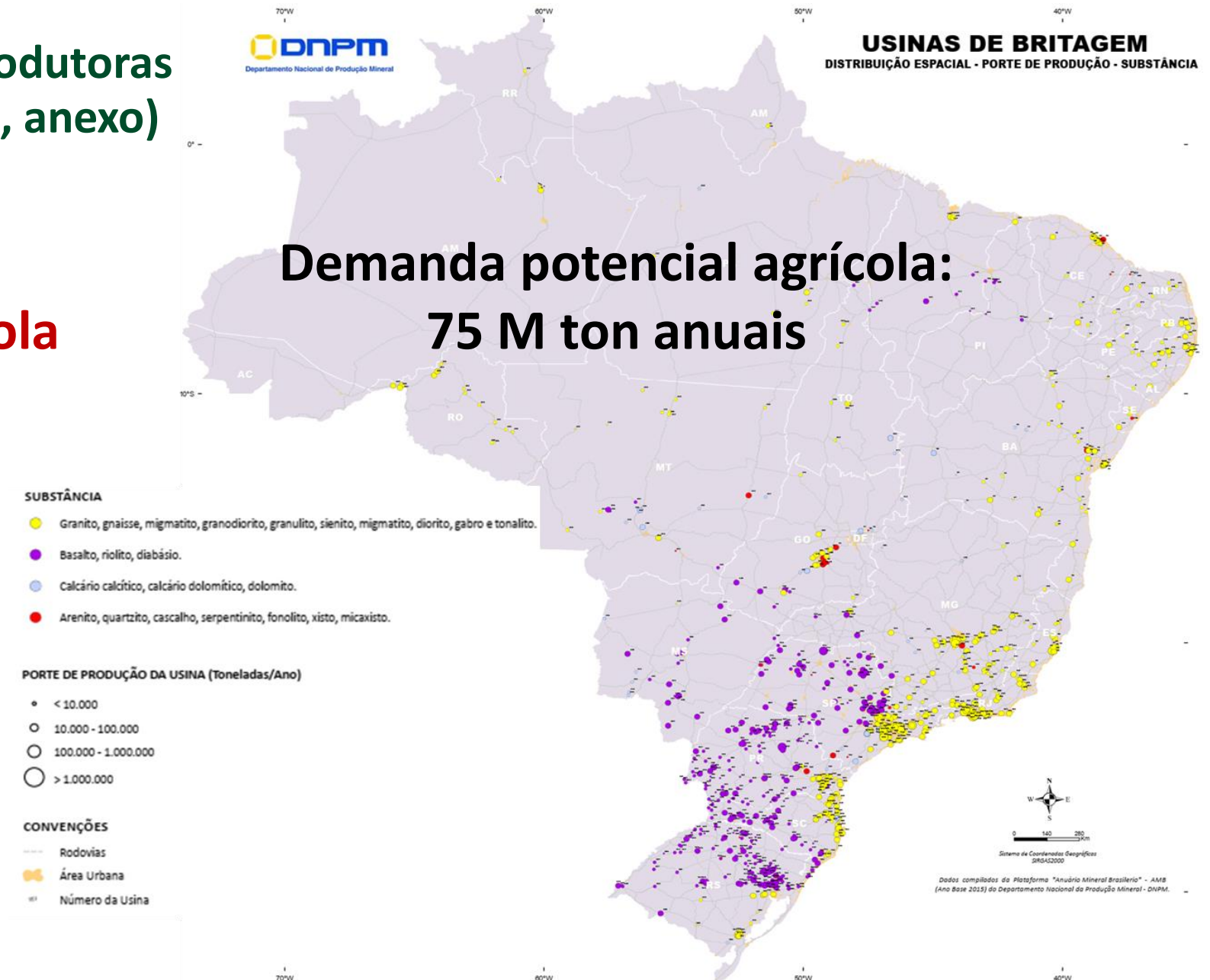
Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado



Distribuição das pedreiras produtoras de brita no país (Brasil, 2018, anexo)

600 empresas ativas
500 com potencial agrícola

Produção de brita:
250 M ton anuais



PNF: Cadeias NPK e Emergentes (REM, Nano, Bio)

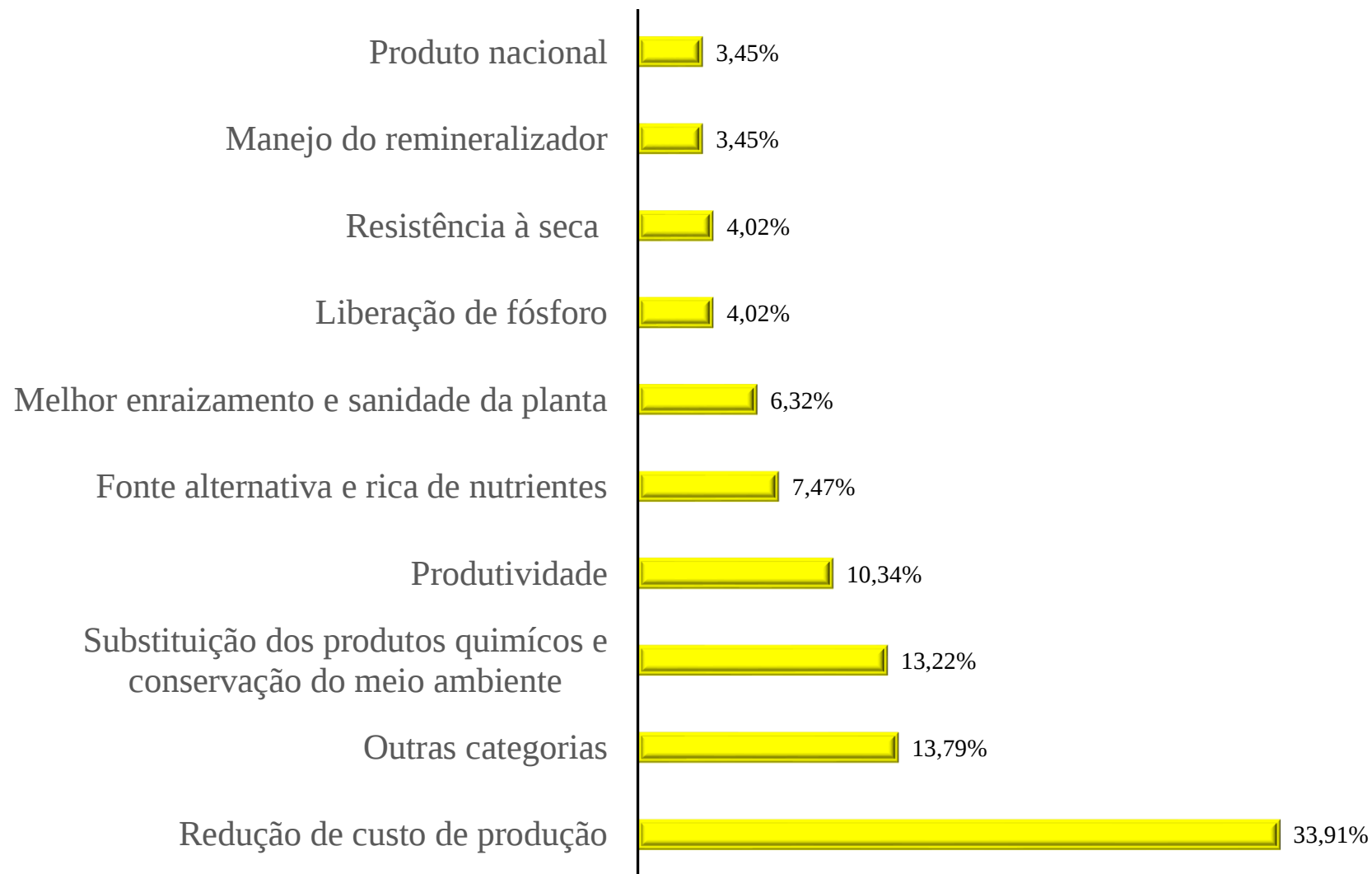


“...o País precisa investir em um Programa de Desenvolvimento de Remineralizadores, que envolve a pesquisa mineral, a pesquisa agronômica e o financiamento de processos de beneficiamento. As instituições de pesquisa agropecuária e mineral, capitaneadas pela Embrapa e SGB/CPRM, devem liderar os estudos básicos regionais para o desenvolvimento dos REM...”

SECRETARIA ESPECIAL DE
ASSUNTOS ESTRATÉGICOS

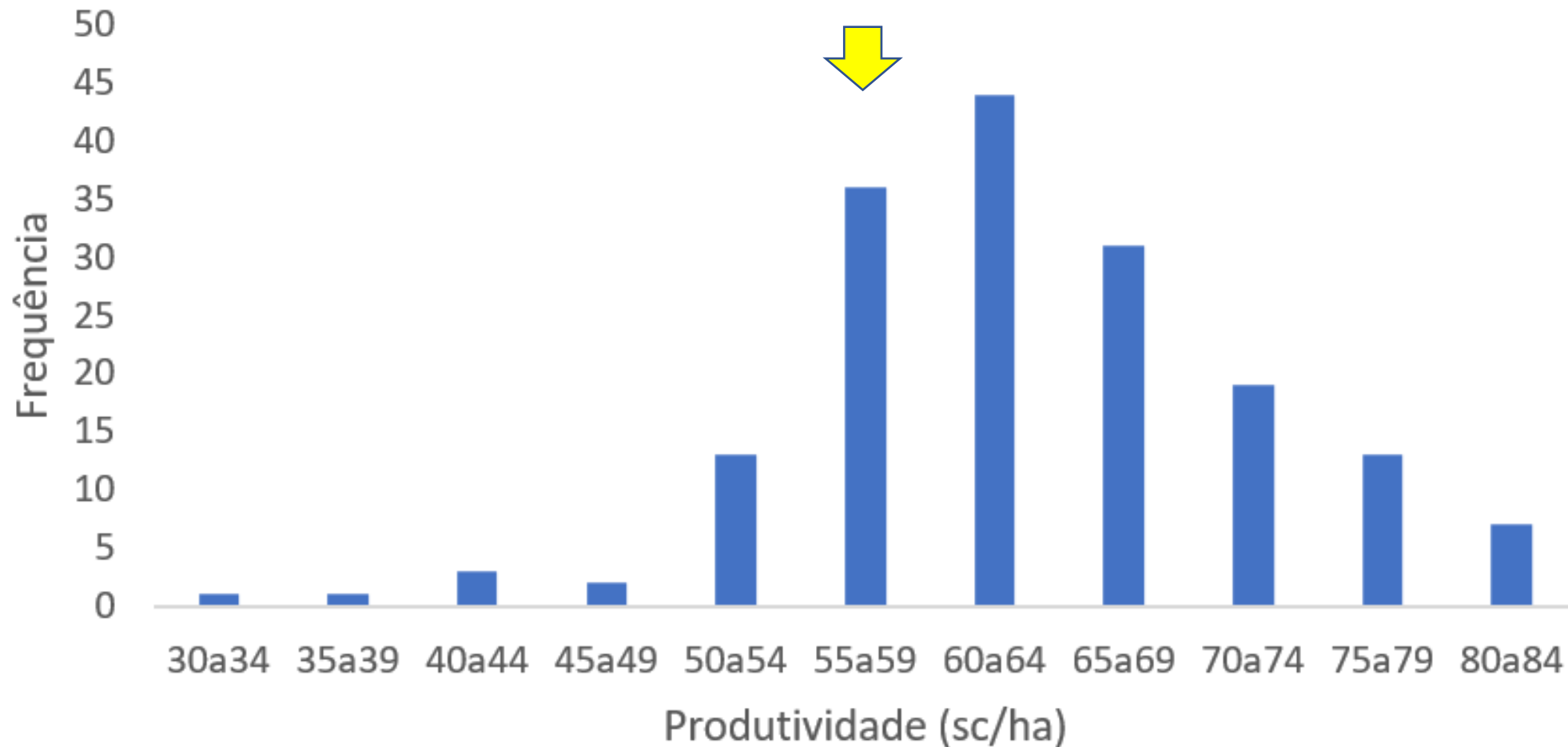


AdotaBioREM – Diagnóstico Motivação Remineralizadores

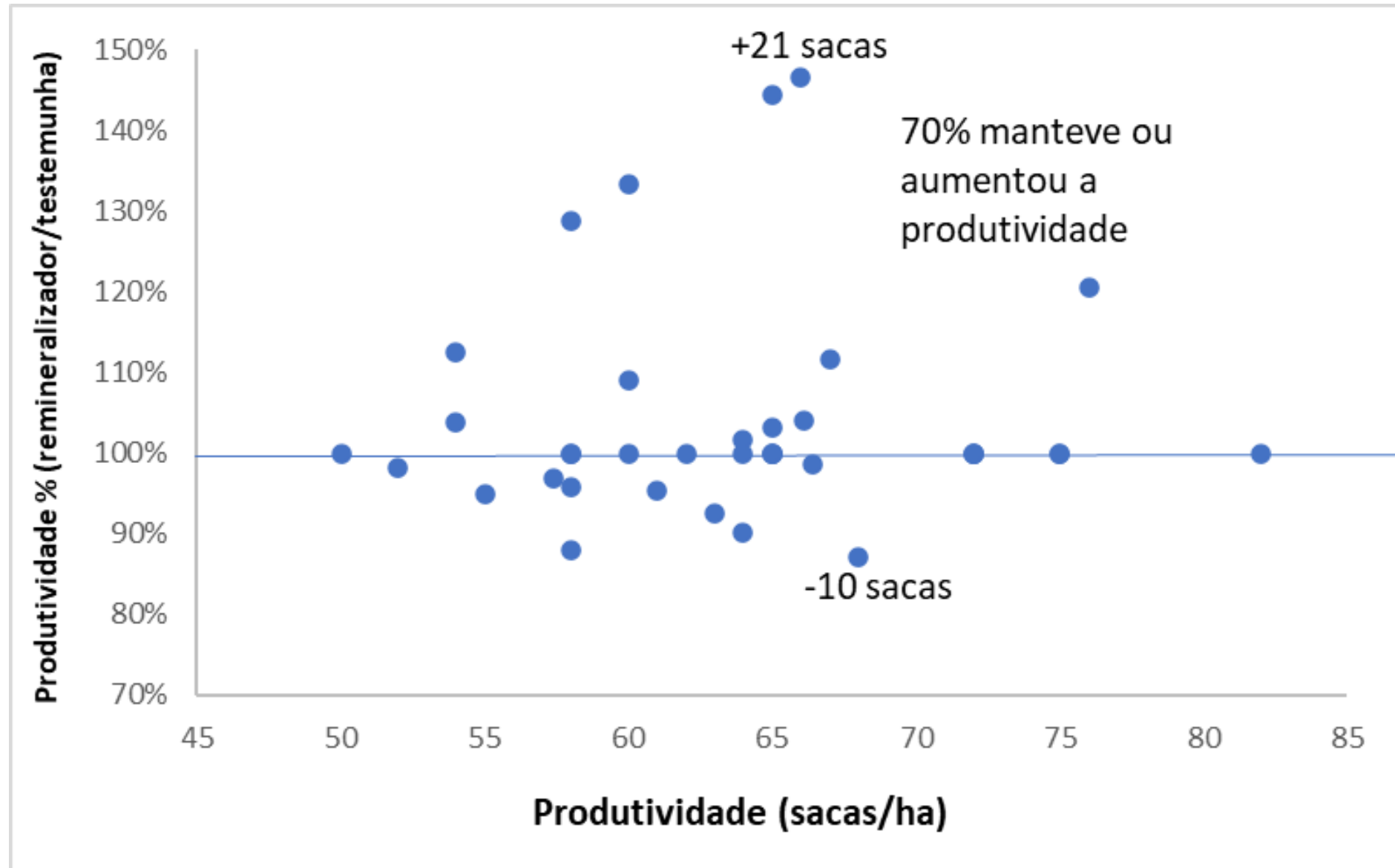


AdotaBioREM – Diagnóstico Produtividade Remineralizadores

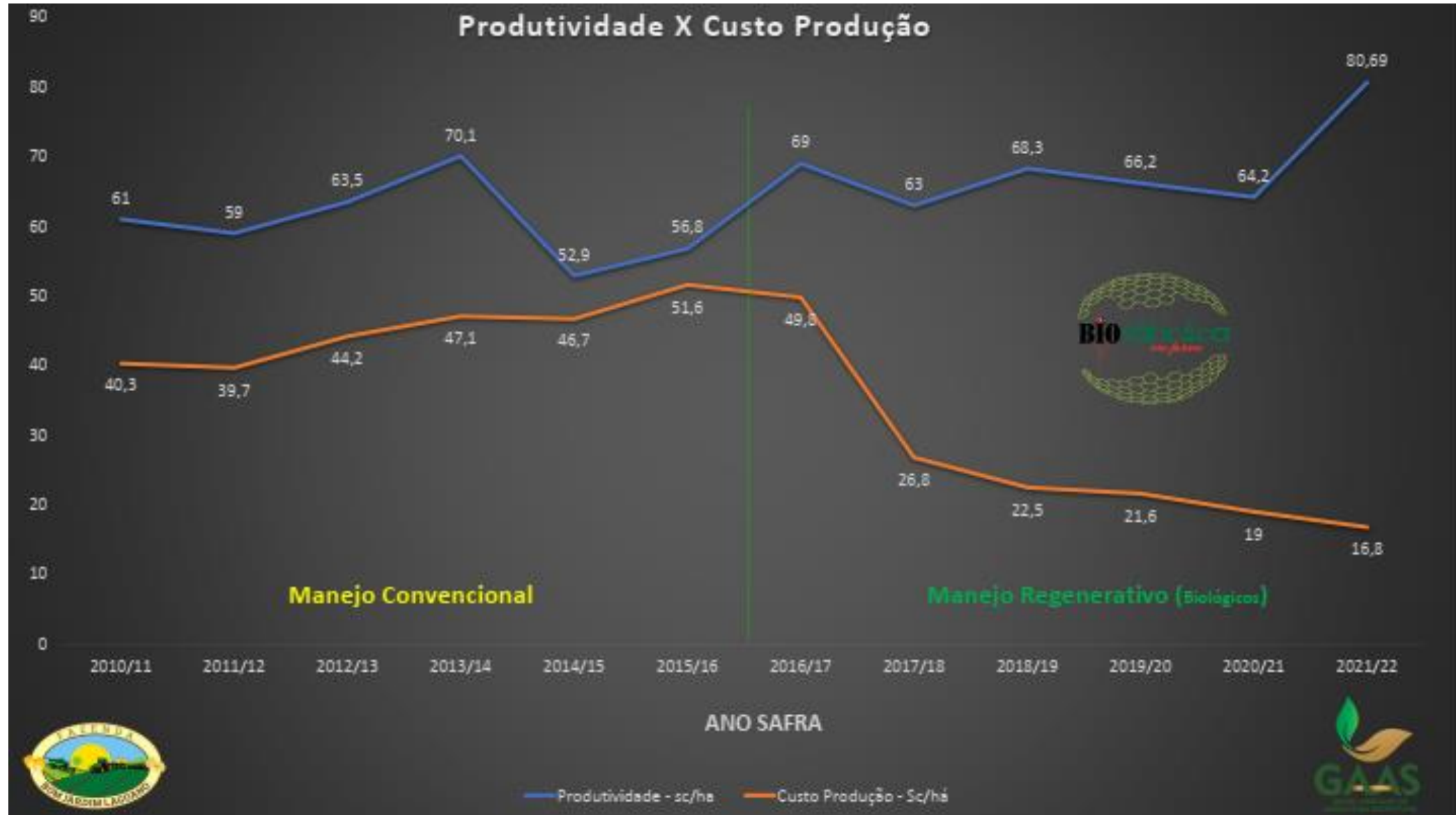
Distribuição de frequência em relação à produtividade das áreas com remineralizadores



AdotaBioREM – Diagnóstico Produtividade de Soja/Remineralizadores



AdotaBioREM – Diagnóstico Produtividade vs Custos



Bases da Remineralização de Solos

- O processo de intemperismo é acelerado pela ação da rizosfera (biointemperismo) das plantas cultivadas. A planta é um agente de intemperismo
- Ao mesmo tempo que está ocorrendo o biointemperismo, dois fenômenos ocorrem: a liberação de nutrientes e a formação de minerais secundários em um tempo muito curto, dentro do ciclo de uma cultura anual
- A planta consegue o nutriente ao mesmo tempo que gera um mineral secundário que vai melhorar as características do solo
- Os dois fenômenos melhoram a performance da relação entre a cultura e o seu meio
- Mantém ou aumenta a produtividade, com maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes e da água
- Estabiliza a matéria orgânica na superfície dos minerais neoformados



Soluções regionais

Bioinsumos
Equilíbrio biótico

Plantas de Cobertura
Solo coberto todo o tempo

SUSTENTABILIDADE

REMINERALIZADORES

Base mineral



**Pesquisa sobre
remineralizadores de solos**

1. Agrogeologia

2. Pedologia

Climatologia

Hidrologia

Ecologia

3. Agronomia

4. Segurança Alimentar

Saúde humana

Biodiversidade

Segurança hídrica

Mudança climática

Uso da Terra

4

3

2

1

**Contribuição dos campos de
conhecimento**

Obrigado





Audiência Pública – Senado Federal 28.04.22

Remineralizadores no Manejo e Uso de SolosTropicais

Sebastião Pedro S. Neto, Eng. Agrônomo PhD, Embrapa Cerrados
<sebastiao.pedro@embrapa.br>